

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



Sistemas de controlo de domótica para moradias multiprotocolo

Nuno Filipe Medeiros de Vasconcelos

Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: João Correia Lopes

25 de Julho de 2017

Resumo

Uma instalação domótica pressupõe um estudo preliminar significativo para determinar claramente quais são as necessidades e condições de implementação da habitação. Para isso é necessário estudar a arquitetura do edifício, o seu ambiente envolvente e exposição, o comportamento térmico do edifício, o tipo de equipamentos eléctricos a serem instalados e os requisitos dos utilizadores.

Os dispositivos de uma moradia estão agrupados em três conjuntos, sensores, actuadores e equipamentos de sistema. A um conjunto de ações lógicas definidas pelo utilizador é chamada função. Se forem agrupadas funções obtém-se um cenário. Um dos fundamentos da domótica é interagir com sensores, actuadores, funções lógicas e cenários.

Para existir comunicação entre os dispositivos presentes numa moradia, existem diferentes meios de transmissão para o sinal de *bus*. Os sinais que se pretende enviar, podem ser transmitidos através de cabo de *bus* dedicado, rádio frequências ou frequências portadoras na rede elétrica. Na maioria das redes locais os dispositivos são ligados respeitando as topologias estrela, anel, *bus* ou *mesh*. Em algumas redes são usadas combinações destas topologias.

Actualmente, dispomos de vários protocolos de *bus* que através de diferentes topologias e meios de distribuição nos permitem controlo de modo mais ou menos descentralizado a maioria dos equipamentos da moradia. Dependendo da região ou país, existe um ou outro protocolo dominante. Em algumas regiões já é prática comum a utilização de protocolos *bus* nas construções de raiz e remodelações.

A escolha de quais os protocolos a utilizar em cada moradia é um processo complexo e que requer uma análise cuidada de acordo com os requisitos do utilizador, as características da moradia e orçamento disponível para a executar.

Os sistemas de controlo e visualização estão em constante evolução, sendo dos componentes que mais rapidamente evoluem nas instalações domóticas e aqueles em que com mais frequência os utilizadores pedem alterações.

Ao contrário do que seria de esperar, a existência desta quantidade de protocolos e sistemas de controlo e visualização, com todas as suas vantagens e desvantagens, não dificulta a evolução dos sistemas. Esta variedade potencia o melhor de cada protocolo, criando cada vez uma maior especialização e aumentando as capacidades das moradias.

A opção por utilizar protocolos proprietários também é válida, já que cada vez mais estes protocolos disponibilizam *gateways* para outros protocolos e por vezes são mais económicos. Para muitos fabricantes, o protocolo proprietário pretende alcançar uma gama de entrada, estando os mesmos envolvidos no desenvolvimento de produtos para outros protocolos abertos.

Abstract

A home automation installation presupposes a preliminary study to reach the requirements of construction. It is necessary to study the building's architecture, its surrounding environment and exposure, the thermal behavior of the building, the electrical equipment to be installed and the requirements of the users.

The building's devices are grouped into sensors, actuators and system equipment. A set of logical actions defined by the user is called a function. If you group functions together you get a scene. One of the fundamentals of home automation is to interact with sensors, actuators, logic functions and scenes.

To exist communication between the devices present in a building, there are different ways of transmission for the bus signal. The signals to be sent may be transmitted via dedicated bus cable, radio frequencies or carrier frequencies in the mains power line. In most local networks the devices are connected according to star, ring, bus, or mesh topologies. Combinations of these topologies are used in some networks.

Currently, we have several bus protocols that through different topologies and ways of distribution allow us to control more or less decentralized most of the building devices. Depending on the region, there is a dominant protocol, in some regions it is already common practice to use bus protocols in new constructions and remodelings.

The choice of which protocols will be used is a complex process and requires a careful analysis according to the requirements of the user, the building characteristics and the available budget.

Control and visualization systems are evolving constantly, being the components that most rapidly evolve in home automation installations and those in which users ask for changes more often.

Contrary to what would be expected, the existence of this number of protocols and control and visualization systems, with all its advantages and disadvantages, does not hinder the evolution of the systems. This variety enhances the best of each protocol, increasing the specialization and increasing the building technological capacity.

The option to use proprietary protocols is also valid, as these protocols provide gateways for other protocols and are sometimes more economical. For some manufacturers, the proprietary protocol is intended to achieve an entry level, and they are involved in the development of products for other open protocols.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à minha companheira de mais de dez anos, por possibilitar a minha ausência para concluir esta etapa.

Um agradecimento muito especial ao Professor João Correia Lopes, por ter me apoiado para além do dever de orientador desta dissertação.

Ao Nuno Felício, que nos momentos mais difíceis esteve sempre ao meu lado.

À minha mãe, irmã e demais família, amigos e colegas de curso, que através de palavras e acções permitiram levar esta tarefa até ao final.

Ao meu Pai.

Nuno Vasconcelos

*“Scientists discover the world that exists;
engineers create the world that never was.”*

Theodore von Karman

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contexto	1
1.2	Motivação	2
1.3	Objectivos	3
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Arquitectura e equipamentos	4
2.1	Dispositivos e cenários	4
2.2	Meios de comunicação	4
2.3	Topologias	6
2.4	Interfaces com o utilizador	7
2.4.1	Painéis dedicados	8
2.4.2	<i>Smartphones e tablets</i>	8
2.4.3	Computadores	9
2.4.4	Grandes ecrãs	9
2.5	Resumo	10
3	Protocolos	11
3.1	Introdução	11
3.2	Protocolos abertos	11
3.2.1	X10	11
3.2.2	KNX	12
3.2.3	DALI	13
3.2.4	EnOcean	15
3.2.5	Bacnet	15
3.2.6	SMI	16
3.2.7	Zwave	16
3.2.8	Modbus	18
3.2.9	M-Bus	18
3.2.10	DMX512	19
3.2.11	ZigBee	19
3.3	Protocolos proprietários	20
3.3.1	Protocolos <i>made in</i> Portugal	22
3.4	Conclusões	22
4	Sistemas de controlo e visualização	24
4.1	Sistemas baseados em KNX	24
4.1.1	Domovea	24

4.1.2	ABB home	25
4.1.3	EIB port	25
4.1.4	Gira HomeServer	26
4.1.5	Divus KNX SERVER	27
4.2	Aplicações para <i>smartphones</i>	28
4.3	Visualização sem limite de custo	30
4.3.1	Visiomatic	30
4.3.2	Genesis	31
4.4	SCADA	31
4.5	Conclusões	32
5	Análise de cenários de utilização	33
5.1	Grupos de Controlo	33
5.1.1	Iluminação e sombreamento	33
5.1.2	Climatização	35
5.1.3	Gestão de energia	37
5.1.4	Multimédia	38
5.1.5	Outros	39
5.2	Cenários	39
5.2.1	Cenários gerais	40
5.2.2	Cenários específicos de divisão	41
5.3	Integração de nível elevado	42
5.3.1	Localização	42
5.3.2	Aprendizagem	43
5.3.3	Realidade aumentada	44
5.4	Prevalência de protocolos	44
5.5	Conclusões	46
6	Conclusões e trabalho futuro	47
6.1	Resumo	47
6.2	Trabalho futuro	48
	Referências	49

Lista de Figuras

2.1	Topologias de rede.	6
2.2	Sensor Berker com display temperatura.	7
2.3	Painel dedicado Siemens Gamma.	8
2.4	Visualização de ecrã gigante Genesis.	9
3.1	Esquema de princípio X10.	12
3.2	Esquema de ligações KNX.	13
3.3	Equipamentos e ligações DALI.	14
3.4	Aplicações EnOcean.	15
3.5	Esquema de funcionamento BACnet.	16
3.6	Esquema de princípio SMI 230 V e LoVo.	17
3.7	Esquema de princípio Z-Wave.	17
3.8	Sistema de ventilação com protocolo Modbus.	18
3.9	Contadores M-Bus.	19
3.10	Aplicações ZigBee.	20
3.11	Visualização Came Domotic 3.0.	21
3.12	Dispositivos Deltadore.	22
4.1	Servidor e aplicação Domovea.	25
4.2	Funcionalidades ABB Free at home.	26
4.3	Servidor EIBPORT V3.	27
4.4	Visualização com Gira HomeServer.	28
4.5	Dispositivos e arquitectura Divus.	29
4.6	Produtos Visiomatic.	31
4.7	Instalação Genesis.	32
5.1	Comandos Philips Pronto (esquerda) e NEVO SL (direita).	38
5.2	Diferentes cenários para o mesmo espaço.	41
5.3	Estudo BSRIA em protocolos de comunicação.	45

Abreviaturas e Símbolos

API	Application Programming Interface
AQS	Águas Quentes Sanitárias
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BACNET	Building automation and controls network
BCI	BatiBUS Club International
BSRIA	Building Services Research and Information Association
CCTV	Closed Circuit Television
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
EHSA	European Home Systems Association
EIBA	European Installation Bus Association
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
ISO	International Standard
LAN	Local Area Network
NFC	Near Field Communication
PLC	Programmable Logic Controller
RF	Rádio Frequências
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SMI	Standard Motor Interface

Capítulo 1

Introdução

Este trabalho apresenta o modo como os protocolos de sistemas domóticos estão interligados com o controlo das moradias. São apresentados os dispositivos, topologias e interfaces com o utilizador existentes na actualidade. É também apresentado a opção por sistemas de controlo multiprotocolo

1.1 Contexto

Uma instalação domótica¹ pressupõe um estudo preliminar significativo para determinar claramente quais são as necessidades e condições de implementação da habitação. Para isso é necessário estudar:

- Arquitetura do edifício;
- O seu ambiente envolvente e exposição;
- O perfil dos utilizadores;
- O comportamento térmico do edifício;
- O tipo de equipamentos eléctricos a serem instalados;
- Os requisitos dos utilizadores;

A domótica não é só automatização. Quando se fala de domótica, não se deve considerar apenas a automatização, mas sim o funcionamento automático de alguns dispositivos. Considerando uma moradia, os sistemas a controlar envolvidos podem ser classificados por diferentes níveis de automatização em relação ao seu controlo e gestão. Para classificar pelo patamar de automatização, é possível definir três níveis crescentes em complexidade que permitem compreender o porquê da utilização da palavra domótica no contexto da integração.

¹O termo “domótica” é na verdade um neologismo resultante da contração da palavra latina *domus* (casa) unida ao substantivo “automático” e significa “automatização da casa”.

- **Dispositivos simples**

Como o nome indica são aparelhos que podem ser adquiridos e instalados pelo próprio utilizador. Permitem controlar equipamentos individuais, que não estão inseridos em soluções mais complexas. Por exemplo: comando para controlar uma tomada eléctrica.

- **Pequenas soluções**

Conjunto de dispositivos que podem funcionar como um todo Neste caso temos equipamentos que estão ligados numa divisão ou mais e que através de um protocolo conseguem comunicar entre si e executar ordens dadas pelo utilizador ou por um outro sensor: Exemplo: Vídeo porteiro que permite abrir a porta e acender um ponto de luz.

- **Soluções domóticas**

Neste patamar consideram-se soluções integradas, que possibilitam a comunicação entre os todos os sistemas da moradia (iluminação, estores, climatização, segurança, ...). Nestas soluções o utilizador tem a capacidade de gerir e controlar os diferentes sistemas através de uma interface (*smartphone*, *tablet*, PC) e assim pode personalizar a moradia sem a intervenção do integrador.

1.2 Motivação

A tendência de modernização das moradias em termos de conforto, segurança e eficiência faz com que a domótica seja cada vez mais um fator de decisão para o utilizador final. Uma interação inteligente e uma gestão técnica perfeita apenas são possíveis com automação e uma combinação funcional dos componentes e equipamentos do edifício.

As instalações domóticas diferem das instalações convencionais pela sua constante evolução. Hoje a inovação é uma constante no mercado domótico. A constante atualização dos serviços disponíveis e da tecnologia energética leva a sistemas e eficientes de climatização associados a energias renováveis, como a solar térmica e biomassa. No que respeita à segurança, os serviços prestados pelos operadores alteram em menos de meio ano, sendo fundamental acautelar infraestruturas que consigam maximizar esta capacidade evolutiva.

Toda esta dinâmica disponibiliza um conjunto de protocolos e sistemas de controlo e visualização que se podem utilizar nas moradias. As soluções disponíveis nem sempre são de fácil instalação e o âmbito da sua aplicação nem sempre é claro.

Neste contexto surge a necessidade de estudar as diferentes tecnologias que possam ser utilizadas na construção de uma moradia e os modos possíveis de interagir com os equipamentos por elas controlados.

1.3 Objectivos

Existem diversos tipos de sistemas domóticos. Os principais elementos diferenciadores são o meio de distribuição (cabo dedicado, radiofrequência, frequências portadoras na rede eléctrica) e o tipo de interface (sensores, dispositivos móveis, computador, ecrãs dedicados).

Pretende-se definir o âmbito de aplicação de cada protocolo, com foco nos protocolos abertos e o modo como podem ser controlados estes mesmos protocolos quando utilizados em conjunto. Pretende-se disponibilizar a arquitetos, engenheiros civis e donos de obra com alguns conhecimentos de construção, quais os protocolos que deverão utilizar para os principais casos de utilização.

Numa primeira parte, pretende-se definir os grandes grupos de utilização com os protocolos mais adequados de acordo com as suas especificações iniciais. Na segunda o ambiente multiprotocolo é utilizado e relacionado com os sistemas de controlo.

1.4 Estrutura da dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais 4 capítulos.

No capítulo 2, são definidos os meios de transmissão, topologia e tipos de interface mais comuns.

No capítulo 3, são apresentados cada um dos protocolos domóticos mais comuns.

No capítulo 4, descrevem-se os principais sistemas de visualização e controlo.

No capítulo 5 são analisados os principais casos de utilização de uma moradia e apontados os protocolos mais adequados para realizar cada uma destas situações.

No capítulo 6 apresentam-se as conclusões e propostas de trabalho futuro.

Capítulo 2

Arquitectura e equipamentos

Neste capítulo são definidos os termos que são utilizados de um modo comum nas moradias com sistemas domóticos e é explicado o seu âmbito de aplicação, que por vezes é distinto daquele que se utiliza na linguagem do dia a dia.

2.1 Dispositivos e cenários

Os dispositivos de uma moradia estão agrupados em três conjuntos: sensores, actuadores e equipamentos de sistema. Os sensores são todos aqueles equipamentos que leem informação do ambiente. Temos como exemplos os interruptores, sensores de luminosidade, contadores, detectores de movimento, etc.

Os actuadores são os equipamentos que nos permitem alterar o estado da instalação. Como exemplo temos os módulos de iluminação, válvulas de corte, sinalizadores, máquinas de ar condicionado, etc.

Para além dos sensores e actuadores existem outros equipamentos necessários para o funcionamento da instalação, mas que são transparentes para o utilizador. Exemplos destes equipamentos são as fontes de alimentação, acopladores de linha, *gateways* e demais interfaces.

A um conjunto de ações lógicas definidas pelo utilizador é chamada função. Se forem agrupadas funções tem-se um cenário. Um dos fundamentos da domótica é interagir com sensores, actuadores, funções lógicas e cenários. Os sensores contribuem com valores ou estados como entrada nas funções lógicas, que por sua vez alteram os estados dos actuadores. Por exemplo: se o sol estiver num ângulo que incida na mesa do escritório, os estores alteram a sua posição para fazer o cenário de sombreamento.

2.2 Meios de comunicação

Para existir comunicação entre os dispositivos presentes numa moradia, existem diferentes meios de transmissão para o sinal de *bus*. Os sinais que se pretende enviar, podem ser transmitidos através de cabo de *bus* dedicado, radiofrequências ou frequências portadoras na rede elétrica.

Cabo dedicado

Através de uma cablagem dedicada é possível interligar os diversos sensores e atuadores.

Esta solução tem a vantagem de ser dedicada e imune a interferências, isto quando o cabo utilizado dispõe de malha de protecção. Normalmente esta é a solução adequada quando a construção da moradia é feita de raiz, podendo ser também aplicada nas remodelações, mas com uma dificuldade acrescida, devido ao facto de obrigar a passar nova cablagem.

Sem fios

As tecnologias sem fios permitem com facilidade instalar comandos e atuadores pela moradia, minimizando a intervenção na instalação eléctrica. Por vezes são necessárias pequenas alterações de modo a garantir a alimentação dos aparelhos de comando, como no caso em que um comando necessite alimentação 230 V mas apenas está disponível o fio de fase na caixa de aparelhagem, neste caso é necessário passar um novo fio para o neutro.

Nas soluções sem fio estão disponíveis as ondas rádio, o infravermelho, bluetooth, Wi-Fi e near field communication (NFC). Nestes casos é necessário confirmar se as distâncias e obstáculos existentes não limitam a comunicação pretendida.

Nas soluções sem fio a gama de produtos disponível é muito diversificada, normalmente o seu custo é baixo, mas por vezes não são disponibilizados parâmetros como o estado do equipamento que se pretende controlar.

Frequências portadoras sobre rede eléctrica

O primeiro meio utilizado para controlo de equipamentos foi a rede eléctrica, sendo o principal impulsionador deste sistema o protocolo X10. No início era utilizado para comutar circuitos, permitindo ligar e desligar tomadas de energia que poderiam estar ligadas a iluminação e alguns electrodomésticos.

Para este meio de transmissão, são utilizados os circuitos eléctricos existentes para enviar os sinais de comando. Um sinal com frequência elevada e baixa amplitude (1,6 a 30 MHz) é sobreposto à tensão de rede (50 Hz). Ao utilizarmos um sinal de banda larga com baixa amplitude é eliminada a possibilidade de interferência com os equipamentos ligados na rede. Cada equipamento utiliza uma frequência distinta e assim é possível coexistirem diferentes equipamentos. Deste modo, o custo de instalação resume-se ao ligar dos equipamentos terminais e à programação dos mesmos.

As vantagens deste meio de transmissão passam pela facilidade de configuração, a ausência de necessidade de passagem de novos cabos e o preço altamente competitivo.

A falta de fiabilidade e a velocidade são as maiores desvantagens deste meio. Por vezes, o comutar de um aparelho pode interferir com a transmissão de dados de outro. A utilização deste meio em redes trifásicas é mais complexa e o preço da instalação, nestes casos, faz com que não seja utilizada.

Mais recentemente foi divulgada a possibilidade de efeitos nefastos na saúde, principalmente em França e nos Estados Unidos da América médicos e associações de consumidores questionaram quanto às consequências de uma sujeição constante à radiação [1].

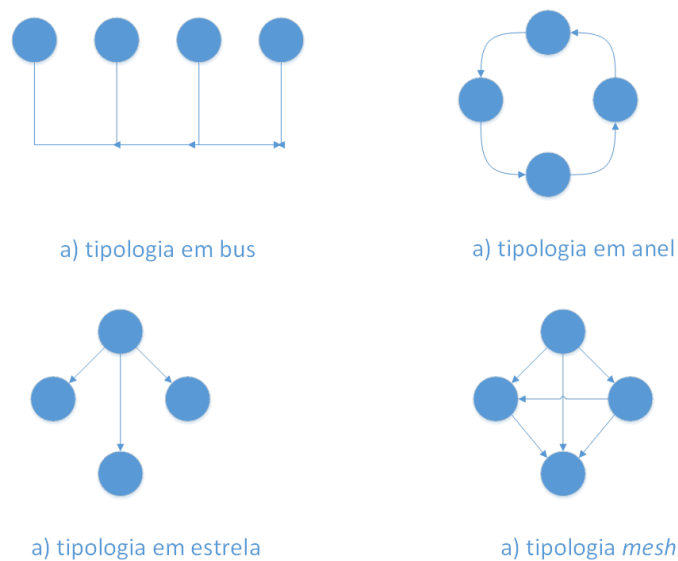


Figura 2.1: Topologias de rede.

2.3 Topologias

Na maioria das redes locais os dispositivos são ligados de acordo com uma das tipologias descritas nesta secção. Em algumas redes são usadas combinações destas topologias (ver Figura 2.1).

Topologia em estrela

Cada dispositivo está ligado individualmente a uma unidade central através de um canal de comunicação. Cada dispositivo comunica com a central individualmente, de forma sequencial ou simultânea. A principal vantagem desta topologia é que caso haja uma interrupção no meio de transmissão de um dispositivo, os restantes continuam a funcionar. A desvantagem no caso de redes cabladas é que a quantidade de cabo é muito elevada.

Topologia em anel

Cada dispositivo está ligado ao seguinte, até fechar o circuito. Quando há a interrupção de um cabo ou de um dispositivo, toda a rede deixa de funcionar.

Topologia bus

Ao longo de uma linha são ligados os dispositivos, efetuando picagens semelhantes às das instalações eléctricas. Esta topologia permite uma poupança significativa na quantidade de cabo, e caso algum dispositivo deixe de funcionar, a rede não é afetada. É também possível a transmissão de dados para todos os dispositivos, *Broadcasting*, ou para apenas um grupo, *Multicasting*.

A principal desvantagem é que os dispositivos não podem comunicar em simultâneo.

Topologia mesh

Nesta topologia, cada dispositivo comunica com um número indeterminado de outros dispositivos e atua em simultâneo como um repetidor.

Esta topologia tem um custo de implementação muito baixo e é muito tolerante a falhas.



Figura 2.2: Sensor Berker com display temperatura.

2.4 Interfaces com o utilizador

Para cada um dos protocolos existentes, existem uma série de sensores e atuadores espalhados pela moradia e surge a necessidade natural de interagir com estes subsistemas.

Os utilizadores das moradias estão habituados a acender e apagar a iluminação no convencional interruptor. Esta peça, que tradicionalmente funciona como um sensor, pode também ter algumas saídas, como uma lâmpada para sinalizar a sua localização ou o estado do equipamento controlado. Nestes casos, um simples interruptor, passa a ser um interface bidireccional utilizador/protocolo(s) (ver Figura 2.2, retirada de [2]).

Perante os sistemas domóticos, alguns sensores permitem apresentar o estado dos equipamentos controlados através de um *LED* de sinalização, de uma luz de presença ou de um pequeno visor alfanumérico.

No caso acima é representado o sensor que nos permite acender a iluminação da casa de banho de serviço e que conforme o tipo de sensor que optamos por instalar, vai aumentado a informação disponibilizada ao utilizador:

- Caso 1 - apenas podemos acender e apagar a iluminação interior;
- Caso 2 - é acrescentada a informação relativa ao estado da iluminação (ver Figura 2.2 imagem da esquerda);
- Caso 3 - o ecrã alfanumérico apresenta a temperatura no interior da divisão e qual o *setpoint* definido (ver Figura 2.2 imagem da direita).



Figura 2.3: Painel dedicado Siemens Gamma.

2.4.1 Painéis dedicados

Até à década passada, era comum instalar painéis de controlo nas moradias com domótica. Nestes equipamentos era visualizada toda a informação relativa à moradia, permitindo que o utilizador tivesse o domínio total sobre os equipamentos a controlar. Este modo de actuar trouxe para as moradias o mesmo modo de controlo dos sistemas de automação, em que era obrigatório saber tudo e actuar sobre todos os componentes. Era também nestes painéis que o utilizador podia criar cenários de utilização e fazer algumas funções lógicas (ver Figura 2.3, retirada de [3]).

Nos dias de hoje, continuam a ser utilizados os painéis, mas foi retirada a informação não útil (considerada desnecessária para o utilizador) e com a evolução dos equipamentos, os painéis disponibilizam acesso ao vídeo porteiro, *closed-circuit television* (CCTV) e nas moradias com maior nível de integração aos sistemas de controlo áudio.

2.4.2 Smartphones e tablets

Na sua maioria, jovens e adultos possuem *smartphone* ou *tablet* e muitas vezes os dois equipamentos. A disponibilidade destes equipamentos fez com que o controlo da moradia passasse a ser efectuado em equipamentos não dedicados, com ecrãs de tamanhos variáveis e com tecnologia *Wi-Fi* e *Bluetooth*.

Esta disponibilidade fez disparar o desenvolvimento de aplicações para interagir com os vários protocolos, aumentando a velocidade de disponibilização de novos serviços e baixando muito o custo dos sistemas de visualização.

Com a disponibilização de equipamentos tão variados e com o mesmo propósito a segurança das moradias foi colocada em causa. Hoje, a preocupação com a segurança das redes passou para o primeiro plano, abrindo caminho para o mundo IP no controlo das moradias.



Figura 2.4: Visualização de ecrã gigante Genesis.

Com esta facilidade de acesso, os sistemas de visualização evoluíram, mas deparam-se agora com uma disparidade de tamanhos de ecrã, na sua maioria compreendidos entre 3.5” e 12”. Nas tecnologias de transmissão podemos contar com o *Wi-Fi*, *Bluetooth* e, menos comum, o NFC e infravermelho.

2.4.3 Computadores

A disponibilização de acesso aos sistema de visualização através dos computadores pessoais tornou-se praticamente uma obrigação. No entanto, a evolução dos sistemas nestas plataformas seguiu um caminho distinto da dos *tablets*, são pouco comuns as aplicações específicas e o normal são as visualizações Web, que também são possíveis nos outros equipamentos.

Normalmente, estes equipamentos disponibilizam ecrãs com mais de 10”, permitindo visualizar a moradia como um todo e não só divisão a divisão.

2.4.4 Grandes ecrãs

Os televisores estão presentes em quase todas as moradias e em algumas temos salas de cinema, o que torna natural que o utilizador possa interagir com os diferentes sistemas através destes equipamentos.

No início eram colocados equipamentos dedicados para poder utilizar os televisores no comando das moradias, funcionando assim como monitores. Hoje com as *Smart TV's*, utilizamos maioritariamente o acesso Web, mas existem algumas aplicações específicas.

Os tamanhos de ecrãs variam muito, mas se for considerado que o televisor está dimensionado para a divisão que ocupa, o *layout* a apresentar será sempre muito semelhante. Consideramos que os ecrãs começam nas 27” e não há limite (ver Figura 2.4, retirada de [4]). Quanto ao interfaces físicos, temos *Ethernet* ou *Wi-Fi* para o acesso à rede local e para controlar os equipamentos utilizam-se infravermelhos, RS485, RS232 e *Bluetooth*.

2.5 Resumo

Sempre que possível, em construções de raiz e remodelações em que o custo económico compense, deve-se optar pelas soluções com cabo de *bus* dedicado. Deste modo evitam-se as radiações e minimizam-se as interferências entre equipamentos. É aumentado o nível de disponibilidade de serviço e a segurança da instalação.

Para pequenas remodelações ou algum controlo sobre divisões específicas, a opção por radio-frequências é mais aconselhada.

As frequências portadoras sobre a rede eléctrica, podem ser utilizadas sempre que nenhuma das anteriores for possível, mas ficamos com a moradia sujeita a interferências exteriores. No entanto, quando o fator preço é decisivo esta é a solução mais vantajosa.

Por vezes é preferível optar por soluções mistas. Em alguns casos, a opção por utilizar uma topologia de *bus* ao longo da moradia e na zona final utilizar uma topologia em estrela, pode reduzir os custos de instalação. Convém, no entanto, manter a coerência no tipo de topologia utilizada.

A topologia de rede é sempre definida pelos protocolos em uso. Cada protocolo tem as suas especificações e é necessária especial atenção para que sejam utilizadas as topologias correctas.

As interfaces com utilizador variam de moradia para moradia. Os painéis dedicados são cada vez menos utilizados, mas podem ser a melhor solução em alguns casos. Os grandes ecrãs estão em crescente expansão, não sendo considerados apenas em moradias de luxo.

Capítulo 3

Protocolos

Neste capítulo descrevem-se os protocolos usados, destacando principalmente os protocolos abertos.

3.1 Introdução

No início, o modo de controlar os pontos de utilização das moradias era do tipo industrial, em que todas as entradas e saídas eram aglomeradas no quadro eléctrico e controladas por um *programmable logic controller* (PLC). Actualmente, dispomos de vários protocolos que através de diferentes topologias e meios de distribuição nos permitem controlo de modo mais ou menos descentralizado da maioria dos equipamentos da moradia.

3.2 Protocolos abertos

Os protocolos baseados em padrões internacionais não específicos de um só fabricante e com um software de programação comum são designados protocolos abertos.

3.2.1 X10

O protocolo X10 é um dos mais antigos protocolos de domótica ainda em utilização. Criado em 1974, pela Pico Electronics, com o objectivo de transmitir dados através da linha eléctrica. A origem do nome deve-se ao facto de ser o décimo projeto da empresa. A ampla difusão do protocolo, na Europa, Estados Unidos da América e Canadá, está em muito ligada ao baixo custo dos equipamentos e à facilidade de ligação, sendo que hoje a maioria dos produtos são *Plug&Play* [5].

Utilizando a rede eléctrica como meio de comunicação, o protocolo X10 não requer a passagem de cablagem extra, sendo simples a sua aplicação em qualquer tipo de instalação. Uma outra característica é que utiliza uma tecnologia descentralizada, fazendo com que os custos iniciais de implementação sejam consideravelmente baixos, mesmo para as aplicações mais simples (ver Figura 3.1, retirada de [5]).

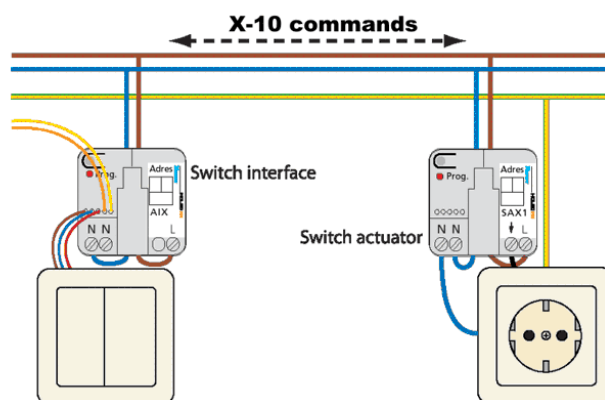


Figura 3.1: Esquema de princípio X10.

O princípio de funcionamento passa pela instalação de um atuador junto ao equipamento a actuar e num qualquer outro ponto da instalação eléctrica ligar à rede um receptor radiofrequências (RF). O utilizador através de um comando RF clica no botão correspondente ao aparelho a controlar.

Todos os actuadores presentes na instalação da moradia recebem um endereço único, constituído por um código de moradia (de A a P) e um código de equipamento (de 1 a 16), havendo uma limitação de 256 equipamentos. Esta simplicidade de endereçamento torna-se num ponto fraco da solução, porque no caso de edifícios de apartamentos, pode surgir a interferência entre instalações.

Atualmente é possível efectuar aplicações mais complexas com o protocolo X10. Existem no mercado interfaces RS232 que permitem ligar um PC e, assim, criar funções lógicas ou horárias e também ligar a alguns sistemas de alarme ou climatização.

3.2.2 KNX

Em 1999 os membros da *European Installation Bus Association* (EIBA), *European Home Systems Association* (EHSA) e *BatiBUS Club International* (BCI) juntaram-se e fundaram a KNX Association. Esta nova associação é responsável pelo protocolo KNX [6].

O protocolo KNX abrange as áreas do controlo de iluminação, estores, aquecimento, ventilação, ar condicionado, gestão, medição e monitorização de energia, sistemas de alarme e intrusão, aplicações domésticas, áudio e vídeo, entre outras. A ampla divulgação deste protocolo, deve-se em grande parte na aposta na standardização, sendo que o KNX é definido nas normas: *International Standard* (ISO/IEC14543-3), *European Standard* (CENELEC EN50090 and CEN EN 13321-1 and 13321-2), *Chinese Standard* (GB/T 20965), ANSI/ *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) Standard (ANSI/ASHRAE 135). A possibilidade de utilizar uma variedade de meios de transmissão também ajuda à sua divulgação e actualmente o protocolo suporta transmissão por par trançado, radiofrequência, Wi-Fi e Powerline (ver Figura 3.2, retirada de [6]).

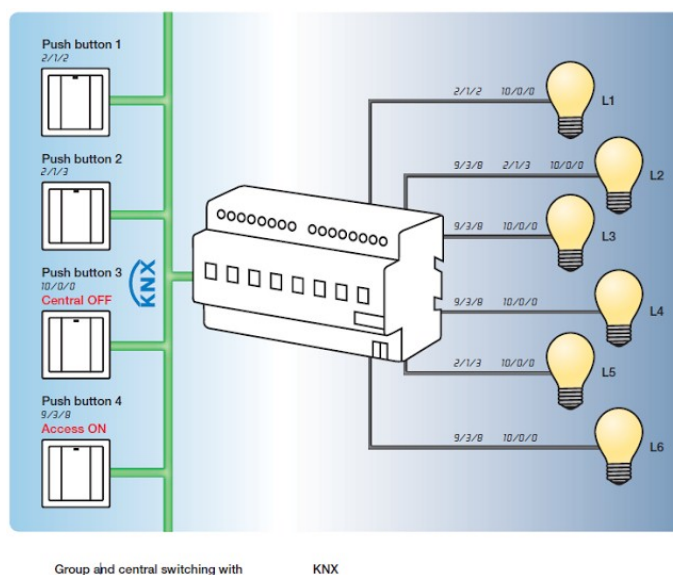


Figura 3.2: Esquema de ligações KNX.

De acordo com a associação KNX as principais vantagens do protocolo são, para além da standardização [7]:

- A certificação de todos os produtos de modo a incluir o seu logo;
- A qualidade elevada dos mesmos ao ser obrigatório responder à norma ISO 9001;
- Um único *software* para parametrização (ETS - Engineering Tool Software);
- A possibilidade de ser utilizado como o único protocolo num edifício;
- A interoperacionalidade com os outros protocolos;
- A independência em relação ao *hardware* e *software*;
- O funcionamento em diferente meios físicos.

O modo de parametrização, através do *software* próprio, *ETS*, permite definir um elevado número de funções para as instalações, mas exige formação especializada e tem um custo significativo. A associação KNX, ciente desta realidade lançou este ano uma versão mais simplificada, o *ETS Inside*, que com um custo muito inferior e uma interface mais intuitiva permite que as instalações possam ser parametrizadas com maior rapidez, no entanto com menor número de funcionalidades.

3.2.3 DALI

DALI é um acrónimo para “Digital Addressable Lighting Interface”. Este protocolo pretende garantir a interoperacionalidade de balastros digitais de fabricantes distintos. Os projetistas, fabricantes de luminárias, instaladores, clientes e utilizadores finais podem ter a liberdade de escolha de materiais independentemente do fabricante do balastro [8, 9].

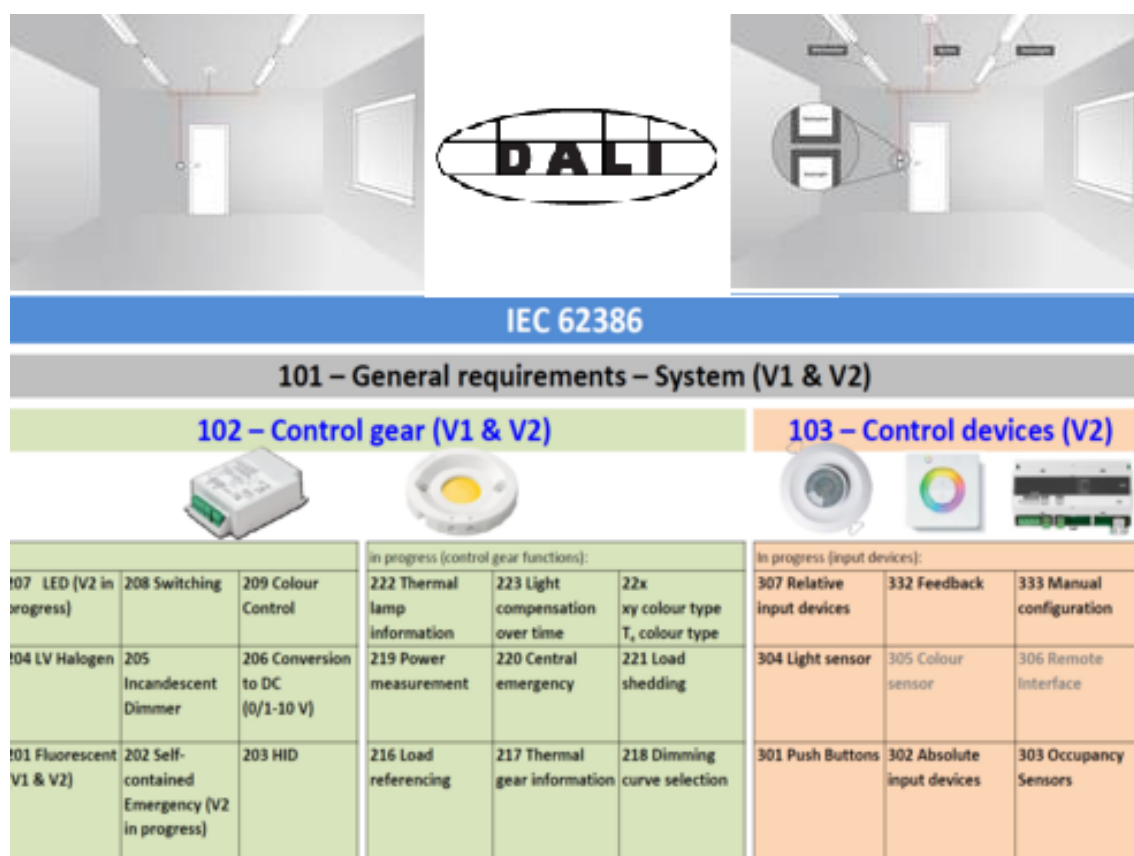


Figura 3.3: Equipamentos e ligações DALI.

O DALI é um protocolo normalizado para interfaces de balastros digitais, descrito na norma IEC 60929 Anexo E. Neste protocolo, todos os componentes comunicam num sistema local, de um modo simples e livre de interferências. A cablagem de comunicação a utilizar não tem requisitos especiais e foi suprimida a necessidade de ligar resistências terminais para evitar o retorno de informação.

As especificações do DALI, foram implementadas por uma *joint-venture* de todos os grandes fabricantes de equipamentos de controlo de iluminação, com o objetivo de oferecer um standard para o mercado de iluminação que cumprisse com todos os requisitos dos clientes e utilizadores finais.

Como principais vantagens, o protocolo DALI tem as ligações simples da cablagem de comando, o controlo individual ou por grupos dos equipamentos, a possibilidade de controlo simultâneo, através de *broadcast*, de todas as unidades, a ausência de interferências na comunicação, o envio de mensagens de controlo de estado (exemplo: falha de lâmpada, ausência de lâmpada), a procura automática de unidades ligadas ao barramento de dados, a criação de grupos facilitada pelo função piscar lâmpada, a variação logarítmica de intensidade luminosa, para ser adequada à sensibilidade humana (ver Figura 3.3, retirada de [9]).

Ao utilizar o DALI consegue-se cobrir as necessidades de qualquer espaço a iluminar: Lâmpada – Balastro – Luminária – Unidade de controlo – Sistema de Iluminação



Figura 3.4: Aplicações EnOcean.

3.2.4 EnOcean

EnOcean é uma tecnologia de captação de energia e distribuição de dados, que permite a utilização de soluções com sensores sem necessidade de manutenção, para redes em edifícios inteligentes e para a Internet das coisas [10].

A utilização de sensores sem fios que captam e geram pequenas quantidades de energia proveniente do ambiente envolvente permite utilizar estes equipamentos em virtualmente qualquer lugar. Este princípio de funcionamento torna o protocolo ideal para remodelações e para utilização em espaços onde não é possível a passagem de cabos (ver Figura 3.4, adaptada de [10]).

O protocolo permite controlar todos os sistemas de uma moradia desde que a função a executar não seja complexa. Como exemplo de aplicação temos um sensor de pluviosidade alimentado a energia solar que em caso de chuva envia um comando para acionar o fecho de um estore.

3.2.5 Bacnet

Building automation and controls network (BACnet), desenvolvido pela ASHRAE, começou a ser definido em 1987, teve o seu primeiro standard em 1995 e conduziu à criação da norma ISO16484-5 em 2003 [11].

O propósito inicial do BACnet foi agregar os diferentes sistemas em uso na América do Norte de modo a poder controlar uma instalação a partir de um único posto de trabalho. Esta filosofia fez com que se propagasse rapidamente pelas restantes regiões do mundo.

As áreas de aplicação deste protocolo abrangem o aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), detecção de incêndio, controlo de iluminação, intrusão, elevadores e sistemas de visualização.

As razões de sucesso deste protocolo passam pela arquitetura adaptável (ver Figura 3.5, retirada de [11]), o modelo ser facilmente alterado, não depender de tecnologia atual e a elevada quantidade de fabricantes presentes na associação.

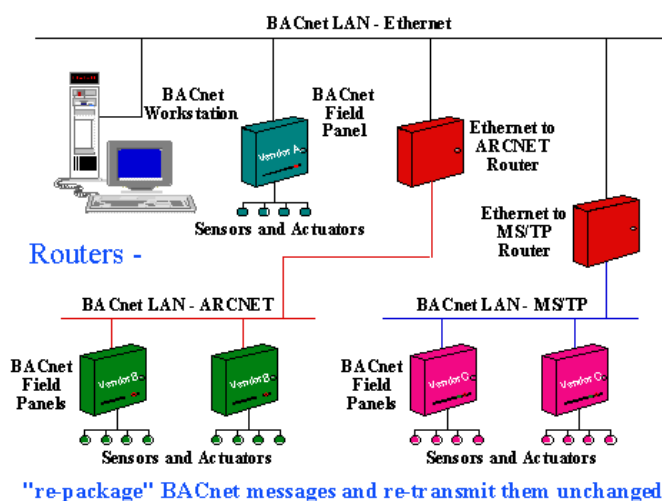


Figura 3.5: Esquema de funcionamento BACnet.

3.2.6 SMI

Desenvolvido para a integração dos drivers e motores de estores e sombreamento, o *Standard Motor Interface* (SMI) é hoje amplamente utilizado na Europa [12, 13].

A utilização do protocolo SMI garante uma compatibilidade entre os *drivers* de diferentes fabricantes. A sua gama de aplicação permite que desde a fase de projeto seja possível delimitar os parâmetros de utilização do equipamento, sem ser necessário definir a marca a utilizar.

As principais funcionalidades do protocolo, passam por permitir atribuir um valor exato para a posição do estore, receber informação de qual a sua posição e efetuar o diagnóstico do equipamento. Uma das maiores vantagens da sua utilização é a possibilidade de ligação em paralelo de até 16 estores, o que reduz significativamente o custo do material necessário, mesmo quando comparado com instalações convencionais. Como normalmente os estores estão no limite das instalações, o comprimento máximo permitido para o cabo de *bus* é elevado, 350 m, e o *bus* não tem polaridade, o que simplifica a sua instalação. Os dados são transmitidos bidirecionalmente a 2400 bit/s o que garante uma resposta eficiente do sistema. No entanto em grandes fachadas, quando se pretende uniformizar a subida ou descida dos estores, é necessário compensar as diferentes distâncias entre equipamentos (ver Figura 3.6, retirada de [13]).

3.2.7 Zwave

O protocolo Z-Wave define-se como um protocolo interoperável, sem fios, baseado em RF para controlar e monitorizar aplicações em ambientes residenciais e pequeno comércio.

Com uma transmissão de dados a 40 kbit/s e baixa latência o objectivo de controlar e monitorizar pequenas aplicações é atingido, não sendo possível aplicações de vídeo ou imagem. A frequência de transmissão é de 868,42 MHz para o sistema europeu e de 908 MHz para o americano, permitindo a sua utilização livre. A utilização destas frequências evita a interferência com os

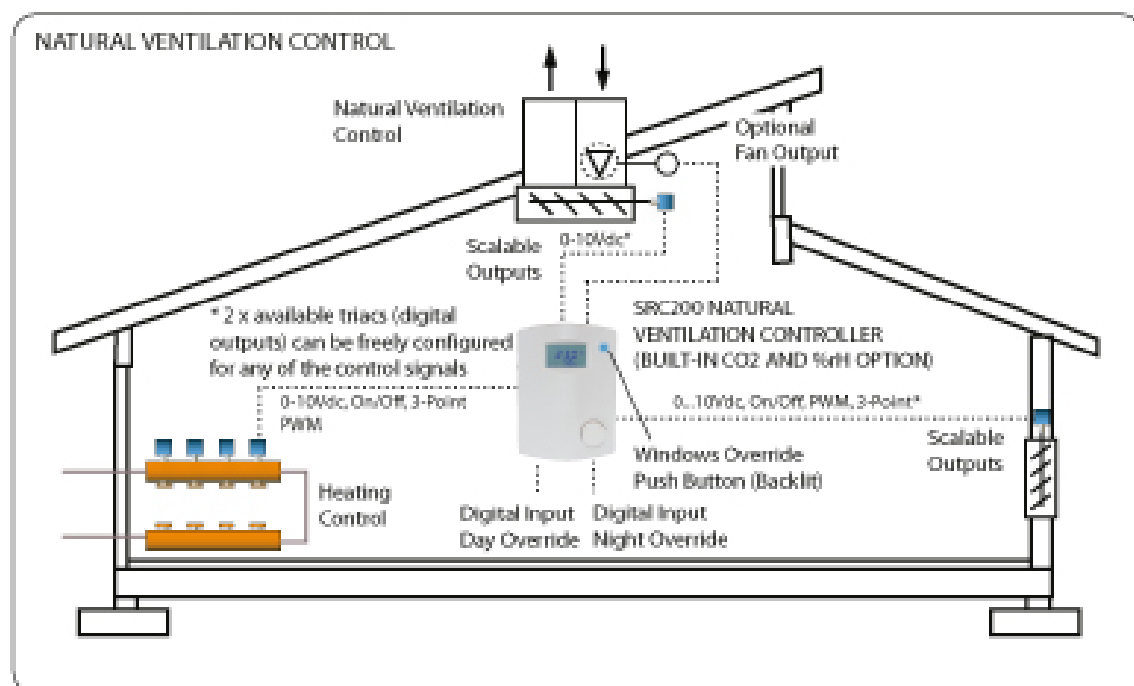


Figura 3.8: Sistema de ventilação com protocolo Modbus.

3.2.8 Modbus

O protocolo Modbus foi desenvolvido em 1979 pela Modicon (actualmente Schneider Electric) para interligar os PLCs da marca. A primeira versão, de nome Modbus RTU, utilizava a porta série para comunicar. Mais tarde surgiu uma nova variante para porta série, Modbus ASCII e por último, uma versão *Ethernet*, a Modbus TCP desenvolvida em 1999 [15].

O modo de funcionamento deste protocolo, consiste em um equipamento *Modbus Master* fazer um pedido de informação aos dispositivos *Modbus Slave*. A cada *Modbus Slave* é atribuído um endereço único compreendido entre 1 e 247 de modo a serem identificados pelo *Modbus Master* (ver Figura 3.8, retirada de [15]).

3.2.9 M-Bus

O protocolo M-Bus, acrónimo para Meter-Bus, é um standard europeu para leitura de equipamentos de contagem. Este protocolo foi desenvolvido inicialmente para a transmissão de leituras de medidores de calor, sendo mais tarde utilizado para o transmissão de todo o tipo de leituras vindas de equipamentos de medição. Na sua origem era utilizado apenas em ambientes industriais, mas com a redução do custo dos componentes e o aumento das necessidades de integração de informação, começou nos últimos anos a ser utilizado nos edifícios e moradias com maiores consumos. O M-Bus utiliza uma cabo de *bus* dedicado para transmitir a informação e admite as tipologias em estrela, anel e linha. Os dispositivos têm um endereço único, e disponibilizam a informação no próprio equipamento e também remotamente [16]. Tipicamente numa moradia

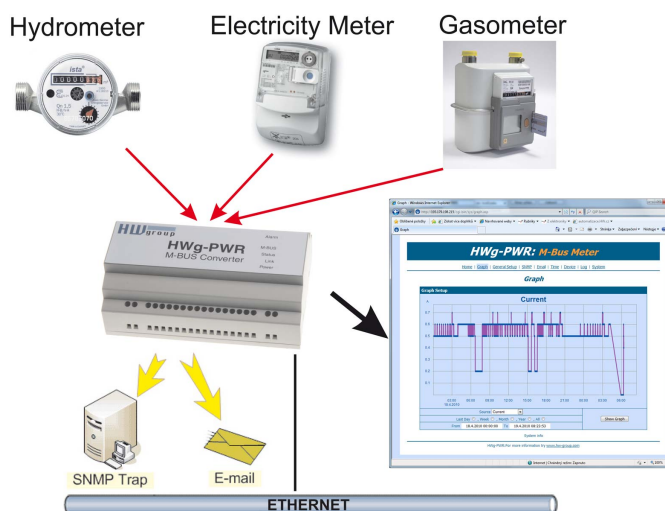


Figura 3.9: Contadores M-Bus.

com domótica são instalados contadores de electricidade, água e gás com o protocolo M-bus (ver Figura 3.9, retirada de [17]).

3.2.10 DMX512

O protocolo DMX foi desenvolvido em 1986 no United States Institute for Theatre Technology com o objectivo de controlar iluminação cénica e equipamento de palco. Hoje é utilizado para além dos teatros, em alguns espaços comerciais e em moradias de luxo [18]. As suas aplicações nas moradias passam principalmente pelo controlo das salas de cinema e zonas de lazer, em que a precisão de colocação de telas e cor na iluminação são críticas. As redes DMX são constituídas por um controlador DMX e um ou mais escravos DMX que são ligados em cascata. Os dispositivos DMX são muito onerosos, mas têm uma fiabilidade muito elevada. Fora do ambiente comercial, a sua utilização restringe-se a moradias com integrações do mais alto nível.

3.2.11 ZigBee

O protocolo ZigBee, foi criado com base em especificações que pretendiam limitar o custo por dispositivo e simplificar a sua aplicação quando comparado com as restantes tecnologias *wireless*. O alcance radio dos dispositivos está restringido aos limites 10 m a 100 m em linha de vista, na gama de frequências de 868 MHz no espaço europeu. A taxa de transmissão de dados é de 20 Kb/s que é suficiente para as funções simples de comando dos equipamentos domésticos (ver Figura 3.10, retirada de [19]). A topologia utilizada é do tipo *mesh*, que permite de um modo simples ultrapassar o alcance reduzido de cada dispositivo [19]. Este protocolo é ideal para remodelações e expansões em moradias, quando o factor preço é decisivo.



Figura 3.10: Aplicações ZigBee.

3.3 Protocolos proprietários

No mercado da domótica, e dada a sua dimensão, estão disponíveis um conjunto de protocolos abertos e também proprietários.

3.3.0.1 LON

Dos protocolos proprietários, o LON é que tem maior relevância, não só por ser dos mais antigos, mas pelas funcionalidades, fiabilidade e número de instalações em funcionamento existentes. O LON foi desenvolvido pela Echelon Corporation, inicialmente com o nome de LONtalk, e evoluiu para um standard internacional, sendo actualmente um protocolo aberto [20]. Este protocolo é suportado em cabo de *bus*, *powerline*, radiofrequência e *ethernet*. Embora o número de novas instalações esteja a diminuir na Europa, no mercado anglo-saxónico continua a crescer e continuam a surgir vários equipamentos com a capacidade de se interligarem ao LON. Os dispositivos LON têm um custo elevado e obrigam os integradores a uma constante formação e pagamento de taxas para permanência como instaladores oficiais. Estas condições embora limitem o número de integradores garantem a sua especialização, tornando os sistemas LON dos mais cotados no mercado.

3.3.0.2 Marcas com presença no mercado

Algumas marcas ligadas a sistemas de automação, perante as necessidades dos clientes, viram uma oportunidade para alargar a sua gama de produtos. As marcas italianas CAME (ver Figura 3.11, adaptada de [21]) e Vimar, com forte presença no mercado português, seguiram este caminho e desenvolveram os seus próprios protocolos, mas com a particularidade de disponibilizar desde o início a parametrização para aceder aos protocolos mais comuns, permitindo expandir as instalações domóticas existentes com protocolos concorrentes.



Illuminazione



Automazione



Diffusione sonora



Antintrusione



Allarmi tecnici



Termoregolazione



Videocitofonia



Gestione energia

Figura 3.11: Visualização Came Domotic 3.0.



Figura 3.12: Dispositivos Deltadore.

A Delta Dore expandiu-se rapidamente no mercado português, sendo o baixo custo inicial e a simplicidade de instalação (sem necessidade de técnicos especializados) os fatores decisivos. Com o crescimento das instalações e as preocupações com a eficiência energética, o fabricante criou uma linha mais complexa, que permite englobar os produtos iniciais, mas que necessita de técnicos (ver Figura 3.12, adaptada de [22]). Esta abordagem faz que se tenha de considerar a marca não só para as gamas de entrada, mas também para a gama média [22].

3.3.1 Protocolos *made in Portugal*

A engenharia portuguesa também desenvolveu alguns protocolos. Alguns nunca saíram dos gabinetes de desenvolvimento ou universidades mas outros vingaram no mercado.

O sistema Mordomus é o mais antigo e é vocacionado para o mercado de luxo. A rapidez com que se adapta à evolução do mercado, rivaliza com os sistemas proprietários italianos, colocando a marca como referência de instalações domóticas proprietárias no mercado português. A instalação dos dispositivos tem de ser efetuado por técnicos referenciados pelo fabricante, não sendo disponibilizada informação sobre a arquitetura interna do protocolo.

Mais recente os sistema Dona, desenvolvido pela Winwel, pretende abranger o mercado de mais baixo custo. O protocolo, embora recente, tem um crescimento muito acentuado nos últimos meses, tendo por base a facilidade de instalação, baixo custo e o apoio do fabricante ao instalador e cliente final.

3.4 Conclusões

Muitos outros protocolos poderiam ser referidos. Dependendo da região ou país, existe um ou outro protocolo dominante. Em algumas regiões já é prática comum a utilização de protocolos *bus* nas construções de raiz e remodelações.

As necessidades de cada integrador fazem com que, por vezes, tenham que desenvolver soluções próprias para solucionar problemas pontuais. Por vezes este desenvolvimento é tão complexo que acabam por criar um novo sistema. As necessidades do mercado acabam por regular o crescimento e existência destes novos protocolos.

A escolha de quais os protocolos a utilizar em cada moradia é um processo complexo e que requer uma análise cuidada de acordo com os requisitos do utilizador, as características da moradia e orçamento disponível para a executar. Esta análise é efectuada no Capítulo 5.

Capítulo 4

Sistemas de controlo e visualização

Neste capítulo é efetuada uma descrição dos sistemas de controlo e visualização mais comuns.

Para interagir sobre cada um dos protocolos, ou em simultâneo em protocolos distintos, surgem uma série de sistemas de controlo e visualização que com o mesmo objectivo utilizam processos diferentes. O modo de garantir esta interligação passa pelas *gateways* entre protocolos até ao controlo exclusivo dentro do mundo IP.

4.1 Sistemas baseados em KNX

Sendo o protocolo mais utilizado, muitos dos sistemas presentes no mercado utilizam o KNX como o protocolo aglomerador dos restantes sistemas. Neste modelo de desenvolvimento toda a parametrização do sistema é convertida para o formato KNX e apresentada de uma forma transparente ao utilizador.

4.1.1 Domovea

Desenvolvido pela Hager, o *software* Domovea (ver Figura 4.1, retirada de [2]) permite o controlo de toda a moradia através do protocolo KNX. Neste caso todos os outros protocolos são mapeados em *gateways* externas para KNX e a ligação aos diferentes equipamentos de controlo é efetuada sobre *Wi-Fi* [2].

O modo de parametrização é simples para o integrador KNX, mas pode trazer dificuldades acrescidas para os integradores de outros protocolos. O custo dos equipamentos necessários dependem muito dos protocolos extra, além do KNX. No entanto, o custo para uma instalação típica não é elevado, rondando no mercado português os dois mil euros.

Com o equipamento mínimo é possível controlar todos os dispositivos KNX e também fazer a integração com sistemas de câmaras de vídeo IP. A integração com vídeo porteiros e outros protocolos depende sempre da sua conversão para KNX. O controlo por *Wi-Fi* é facilmente disponibilizado ao utilizador, existindo uma aplicação dedicada para *tablets* e *smartphones*. O acesso exterior ao servidor é facilitado por um portal disponibilizado pela marca o que acrescenta um aumento de segurança à instalação.



Figura 4.1: Servidor e aplicação Domovea.

4.1.2 ABB home

O sistema *Free at home*, desenvolvido pela ABB, é um sistema nativo KNX e IP, permitindo o melhor dos dois mundos. Os restantes protocolos a integrar podem ser incorporados por *gateways* externas para KNX ou IP. A possibilidade de integrar diretamente sistemas de vídeo porteiro e câmaras de vigilância IP é uma mais valia do sistema [23].

A parametrização do servidor *Free at home* é muito simples e bem documentada, com instruções passo a passo, permitindo que qualquer técnico o consiga instalar. Nos equipamentos do sistema é dada especial atenção à configuração da rede *Wi-Fi*, o que reduz muito o número de problemas e a indisponibilidade do sistema.

Neste sistema é dado ao utilizador final a capacidade de criar os seus próprios cenários, libertando-o da dependência do integrador.

A marca disponibiliza para além do servidor base, painéis dedicados e aplicações para *smartphone*, *tablet* e PC. Estas aplicações são de simples utilização e também permitem a criação de cenários (ver Figura 4.2, retirada de [23]).

Para facilitar o acesso exterior ao servidor é também disponibilizado um *site* seguro, de modo a que a segurança não seja comprometida.

O custo dos equipamento ronda os mil e quinhentos euros e inclui todas as funcionalidades descritas. Neste caso a parametrização pode ser efetuada pelo cliente final, situação que pode ser considerada uma vantagem, mas também uma desvantagem.

4.1.3 EIB port

Uma das empresas de referência nos sistemas de visualização é a BAB TECHNOLOGIE. Esta companhia desenvolve produtos que permitem aceder e controlar os protocolos KNX, DMX e EnOcean através de local area network (LAN), Internet, Global System for Mobile Communications

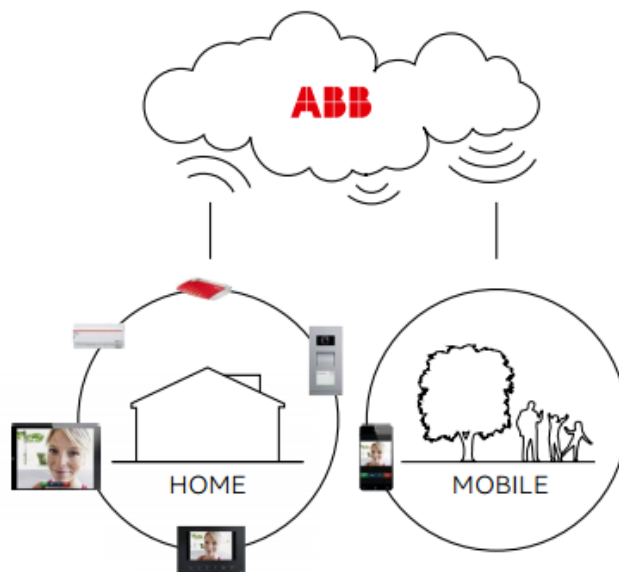


Figura 4.2: Funcionalidades ABB Free at home.

(GSM) entre outros [24].

Para fazer a visualização, o servidor disponibiliza uma interface *Web* que é acessível com qualquer equipamento que disponha de um *browser*. Deste modo não é necessário efetuar novas configurações quando o cliente troca de *smartphone* ou computador, garantindo assim a satisfação do cliente em relação ao serviço de visualização. A alargada gama de interfaces para protocolos de domótica que a marca dispõe são o seu principal argumento que, aliado à utilização do KNX, IP e acesso através de um *browser*, aumenta a eficiência do produto e a sua garantia de continuidade para interligações futuras.

Nas funcionalidades base do servidor, estão várias funções lógicas, temporizadores e cenários, para além da capacidade para integrar vídeo IP, vídeo porteiros, *streaming* de MP3. Como extras mais relevantes existe a possibilidade de acrescentar o protocolo EnOcean e o GSM (ver Figura 4.3, retirada de [24]).

A funcionalidade que mais atrai o cliente é a possibilidade de levantamentos 3D, que permite ao utilizador replicar a sua moradia no servidor com um exatidão considerável.

A disponibilização destas funcionalidades é refletida no preço final do equipamento, que começando nos mil euros, pode facilmente quadruplicar este valor.

4.1.4 Gira HomeServer

A marca Gira em conjunto com a suíça Revox, desenvolveram um sistema de visualização e multimédia capaz de integrar diretamente o protocolo KNX (ver Figura 4.4, adaptada de [25]). Com esta solução para além da visualização, os equipamentos *multi-room* podem ser controlados na sua totalidade através de outros protocolos.



Figura 4.3: Servidor EIBPORT V3.

Uma particularidade do servidor Gira é que não é um equipamento preparado para instalar no quadro eléctrico, mas sim, uma peça de design, com baixo ruído quando em funcionamento e com saídas preparada para instalar numa zona com equipamentos multimédia, por exemplo, junto à TV ou à aparelhagem de alta fidelidade. Esta é a sua principal vantagem e advém do facto de a marca Revox normalmente aplicar os seus equipamentos em locais visíveis e não em zonas técnicas como é normal para os servidores de visualização [25].

A programação deste sistema é facilitada pelo seu elevado nível de integração já que não é necessário converter os sinais dos equipamentos multimédia, sendo assim intuitiva a sua configuração. Para os restantes sistemas, a programação é bastante complexa e morosa, sendo a sua maior desvantagem. Este elevado nível de integração é directamente refletido no preço, sendo os equipamentos da versão base na ordem dos três mil euros.

4.1.5 Divus KNX SERVER

A marca Divus desenvolveu um servidor *Web*, DIVUS KNX SERVER, para permitir a visualização dos diferentes sistemas que comercializa. A escolha do protocolo KNX para suportar todos os outros deve-se ao facto de a marca já fabricar as interfaces necessárias para a integração [26].

O servidor desenvolvido é de momento o que dispõe de maior capacidade, sendo mesmo utilizado em edifícios de grande dimensão. O equipamento suporta na versão base as tecnologias KNX e IP e dispõe de portas RS232 e USB para controlar de um modo nativo sistemas multimédia.

A interface de programação é muito simples, sendo no entanto necessário técnicos especializados no sistema. A visualização é programada inicialmente pelo instalador, mas o utilizador final pode efectuar várias alterações ao sistema.

As maiores vantagens deste sistema são: a ampla gama de produtos disponíveis para integrar directamente, a possibilidade de utilizar a mesma plataforma, desde a dimensão do ecrã do *smartphone* até à tela de cinema e a integração nativa dos sistemas de vídeo porteiro de várias marcas (ver Figura 4.5, adaptada de [26]).



Figura 4.4: Visualização com Gira HomeServer.

A gama de entrada do produto ronda os oitocentos euros, mas este valor pode subir muito se utilizarmos as componentes multimédia.

4.2 Aplicações para *smartphones*

Para além das aplicações fornecidas em conjunto com os servidores *Web*, é possível tirar partido dos interfaces de programação já disponíveis na moradia e através de uma aplicação aceder diretamente a um ou mais protocolos.

Na sua maioria os protocolos são programados através de interfaces IP que são instalados nos quadros eléctricos. O integrador, ao chegar à moradia liga um cabo de rede ou um *router wireless* para aceder à instalação. Quando estas funcionalidades estão disponíveis na moradia, facilmente se pode ligar estas unidades de programação à rede Wi-Fi existente e através de uma aplicação controlar a instalação.

Cientes desta possibilidade, diversos integradores desenvolveram pequenas aplicações para testarem as suas instalações e muitas vezes cederam-nas aos clientes finais. A evolução destas aplicações para programas mais complexos surge naturalmente, existindo hoje um conjunto alargado de aplicações para controlar os mais variados protocolos.

Num meio tão dinâmico como a domótica, a velocidade a que surgem novas funcionalidades nos protocolos fazem com que as aplicações desenvolvidas pelos integradores mais pequenos, rapidamente fiquem desatualizadas. Esta dinâmica criou a necessidade de disponibilização de *Application Programming Interface* (API) para acesso aos protocolos e assim facilitar a implementação de novas funcionalidades.

No caso do KNX uma das API mais utilizadas é Calimero. O Calimero é uma *Java library* para aplicações KNX. Atualmente esta API disponibiliza acesso à totalidade das funcionalidades

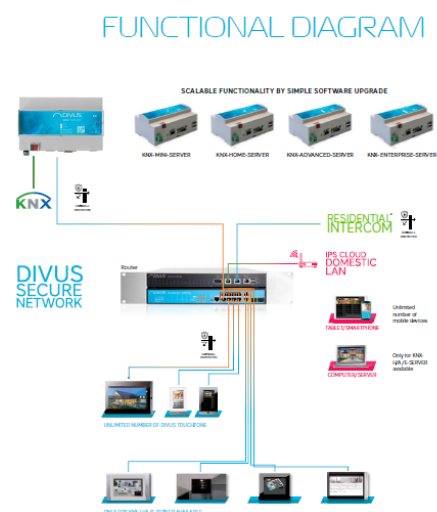
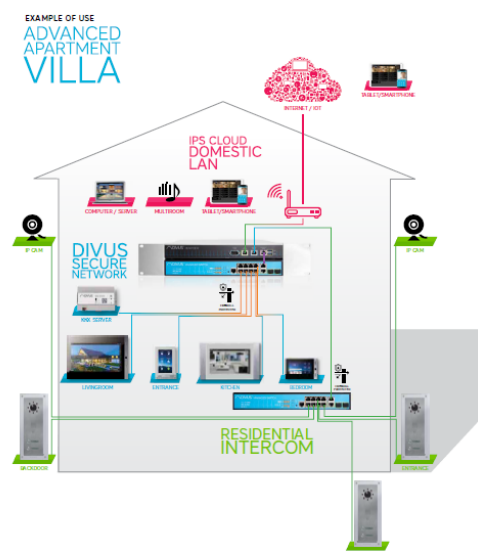


Figura 4.5: Dispositivos e arquitetura Divus.

do protocolo. As aplicações mais utilizadas, ayControl e OpenRemote, utilizam o Calimero como interface com o protocolo KNX [27].

Para controlo multiprotocolo começam a surgir alguns projectos, mas com integrações de dois ou três protocolos apenas. Dada a especificidade de cada instalação, ainda não surgiu o interesse dos grandes fabricantes.

Neste contexto surge o projecto openHAB que, não sendo só uma aplicação, já que necessita de um servidor, permite abrir um caminho para a integração de protocolos de um modo mais simples [28].

O openHB é um software *open source* que corre numa máquina virtual Java e permite a integração de vários protocolos num único ambiente de visualização.

A sua configuração não é difícil mas é morosa, e conta com todas as vantagens e desvantagens de ser um projecto *open source*. A versão mais recente é muito estável e dispõe de aplicações para os mais variados dispositivos, para além de possuir um controlo por voz aceitável.

4.3 Visualização sem limite de custo

Em instalações com um elevado nível de integração duas marcas dividem o mercado de luxo, Visiomatic e Genesis. Ambas as empresas desenvolvem soluções pioneiras de integração das áreas de domótica, comunicação e entretenimento.

4.3.1 Visiomatic

Criada em 1999 em Estugarda, Alemanha, com o intuito de fornecer os equipamentos que permitissem interligar os vários sistemas de moradias de luxo e que, de um modo simples e intuitivo, passasse algum controlo da moradia para o utilizador.

Tanto a companhia como os seus produtos ganharam diversos prémios de inovação e de design. A abordagem inicial foi criar equipamentos físicos que permitissem passar para o mundo IP as diferentes tecnologias da moradia e em ecrãs dedicados, facilitar o controlo destes sistemas (ver Figura 4.6, adaptada de [29]). A programação dos equipamentos era executada com uma linguagem própria e que exigia formação por parte do fabricante. O método, criado em 1999, é hoje utilizado por diversos integradores de sistemas em moradias fora do segmento de luxo [29].

A integração dos componentes Visiomatic é executada exclusivamente por parceiros certificados e com controlo da solução por parte do fabricante. A elevada qualidade, fiabilidade dos materiais e especialização dos técnicos permite, com uma pequena rede de instaladores, garantir o funcionamento da instalações.

A opção por utilizar este sistema, dado o seu custo de instalação, é válida para o mercado de luxo, moradias e hotéis, sendo a maioria das instalações situadas na Rússia, Emirados e capitais financeiras europeias (Frankfurt, Londres, Milão).



Figura 4.6: Produtos Visiomatic.

4.3.2 Genesis

A originalidade desta empresa é que não fabrica *hardware*, sendo o seu foco o serviço ao cliente, utilizando marcas pré aprovadas pela sua equipa e desenvolvendo o *software* adequado ao correto funcionamento do sistema integrado. Esta é a maior empresa na integração de protocolos e está presente em todo o mundo [4].

Sempre que um parceiro desenvolve um novo *software* ou serviço, esta inovação é colocada ao dispor dos restantes parceiros e deste modo a garantia de continuidade de serviço e apoio ao cliente é garantida. Este modo de agir, distancia a empresa dos protocolos proprietários. No entanto, garante uma rápida evolução e integração de novas tecnologias nas moradias em que estão envolvidos (ver Figura 4.7, retirada de [4]).

4.4 SCADA

Nas primeiras instalações domóticas eram utilizados PLC's para ligar os sensores e actuadores. A visualização, quando existente, era efectuada em PC's com recurso a sistemas *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA).

A escolha do SCADA a utilizar estava feita à partida, porque as instalações eram monomarca e cada PLC obrigava a um SCADA específico. Outro factor que influenciava a escolha era a fiabilidade dos sistemas, uma vez que poucos eram os integradores que saíam das grandes marcas para reduzir algum custo, já que a confiança na marca surgia sempre em primeira posição.

Estes sistemas continuam a ser utilizados em edifícios de grande dimensão, mas em moradias é cada vez mais rara a sua presença. Convém no entanto referir que ainda existem muitas moradias com este tipo de instalação, em mercados como os Estados Unidos e Reino Unido é comum surgirem pedidos para substituir estes equipamentos por tecnologias mais recentes.

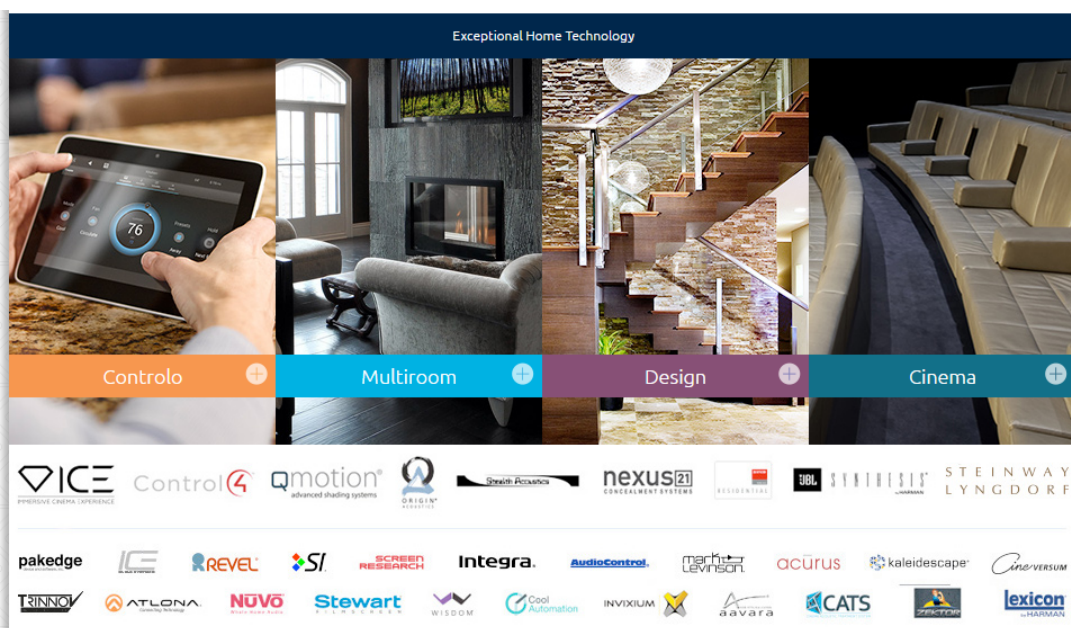


Figura 4.7: Instalação Genesis.

4.5 Conclusões

Os sistemas de controlo e visualização estão em constante evolução, sendo dos componentes que mais rapidamente evoluem nas instalações domóticas e aqueles que com mais frequência os utilizadores pedem alterações.

O modo como o utilizador vive a sua moradia, é de tal ordem diversificado. A cada semana surge no mercado uma ou mais aplicações, que muitas vezes são incorporadas em sistemas de empresas maiores. A escolha do sistema a instalar, por vezes, passa pelo que o cliente final já conhece ou viu aplicado, mas o integrador não deve descurar a informação ao cliente para que tenha o sistema mais adequado e não o que faz melhor publicidade.

Capítulo 5

Análise de cenários de utilização

Neste capítulo, apresenta-se o modo como são agrupados os dispositivos, primeiro num modo geral e depois em cenários com cada vez maior nível de integração. Para cada grupo e cenário são analisadas as vantagens e desvantagens da utilização dos protocolos de bus. No final, é apresentado um resumo com quais os protocolos mais adequados para cada solução.

5.1 Grupos de Controlo

Nesta secção são apresentados os dispositivos a controlar, agrupados de acordo com as suas características mais gerais. Para facilitar a compreensão são dados exemplos de casos reais de aplicação.

5.1.1 Iluminação e sombreamento

De acordo com o velho testamento, no livro Genesis [30], primeiro surgiu a luz. Esta afirmação, quer sejamos crentes ou não, reflete a importância que iluminação tem na definição de espaços e no cuidados que deveremos ter na sua construção. Em toda a vivência de uma moradia, o tipo de iluminação existente, irá condicionar o estado do utilizador. O nível de iluminação e a cor são os fatores que podemos controlar para criar o ambiente adequado em cada divisão.

O modo convencional de controlo da iluminação permite-nos ligar ou desligar a fonte de luz de uma divisão e também abrir ou fechar os estores e cortinas desta mesma divisão.

Consideremos as seguintes condições iniciais:

- Fonte de iluminação ligada;
- Estores abertos;
- Cortinas abertas;

Nestas condições temos que o nível de iluminação máximo será um dos três abaixo:

- o máximo da fonte de iluminação;

- o nível do exterior;
- um qualquer valor entre estes dois;

O nível exacto é apenas conhecido para o primeiro ponto. Se quisermos atingir um valor exacto em lux teremos de acrescentar mais algum controlo. As soluções possíveis passam por:

- Variação da fonte de iluminação;
- Definição de abertura parcial dos estores ou cortinas;
- Medição da iluminância em determinados pontos da divisão;

Se tivermos disponíveis cada um dos pontos anteriores é possível definir em conjunto extra de cenários.

Conforto (150 lux por exemplo)

A fonte de iluminação terá um valor tal que permite que nos pontos de medição a iluminância seja de 150 lux. Os estores e cortinas estão numa posição que não permitem que luz solar incida directamente nas zonas de estar. Esta situação é conseguida através de uma função astral que indica a posição do Sol a cada momento e que calcula o estado (posição) que deverão estar os estores e cortinas.

Leitura

A fonte de iluminação na zona de leitura é controlada de modo a que a iluminância nesta mesma zona seja de 500 lux. As zonas envolventes à zona de leitura garantem um nível de 50 lux o que permite que outros utilizadores possam circular por esta zona e serem reconhecidos facilmente. Os estores e cortinas impedem a incidência directa dos raios solares, mas a correção da sua posição é efetuada de modo a não incomodar o leitor, recorrendo a um menor número de correções.

Passagem

Os estores e cortinas permitem um nível de iluminação de 50 lux, medido pelos sensores da divisão. Caso a iluminação exterior não seja suficiente, o remanescente é compensado com as fontes iluminação interiores. Quando os detectores deixam de detectar movimento ou o tempo pré definido é atingido, as fontes de iluminação artificiais são reguladas para 0%.

Para cada um dos cenários acima, podemos utilizar diferentes protocolos e sistemas de controlo.

Para seleccionarmos o protocolo mais adequado, vamos começar pela solução mais complexa e seguimos para as mais simples. Esta abordagem permite-nos garantir o total cumprimento dos requisitos sem que a solução final seja penalizada pela utilização de protocolos mais onerosos e complexos.

No caso do cenário de leitura e caso exista variação de cor, o protocolo adequado é o DMX. Dado o custo dos dispositivos e a menor disponibilidade de técnicos este é um protocolo que deve ser utilizado apenas quando é a única solução. Para os restantes equipamentos de iluminação se

a sua maioria for variável, o protocolo DALI é o mais adequado. Se não for necessário variar a iluminação, ou se forem apenas alguns os pontos a variar, o protocolo KNX é o mais adequado.

Para o controlo de estores e cortinas, se pretendermos utilizar o máximo de potencialidade o protocolo correto é o SMI, embora as diferenças para o KNX sejam muito poucas. Caso o KNX não seja utilizado em mais nenhuma função, o SMI é sem dúvida a solução mais adequada.

No caso dos sensores de iluminação, presença e movimento, o custo e complexidade dos dispositivos é idêntico para o KNX e DALI, assim, devemos ponderar a decisão de acordo com a facilidade de instalação (considerar a rede de cabos) e o número de equipamentos idênticos a adquirir (pode haver desconto de volume).

Como interface com o utilizador, o cenário de passagem utiliza exclusivamente a lógica disponível nos vários equipamentos, actuando sobre os dispositivos de uma forma automática previamente definida. Para os restantes cenários, temos a possibilidade de utilizar os sensores do tipo interruptor, que nos permite alternar com maior celeridade o cenário, e também os sistemas de visualização nos seus diferentes modos, sendo que mesmo para o cenário de leitura, controlar através da TV pode ser necessário. Imagine o caso de estar a ver um programa no televisor e de seguida querer ler um livro, neste caso será mais útil alterar o cenário na TV sem ter que utilizar o *smartphone* ou ir ao interruptor pressionar um botão, isto considerando que o livro está junto ao leitor.

5.1.2 Climatização

A climatização da moradia não deve ser vista exclusivamente como um ponto único. Cada divisão tem as suas características e conforme o tipo de utilização, que pode variar várias vezes num dia ou hora, as necessidades alteram.

Uma das especialidades de projecto aquando da realização de uma construção de raiz é o AVAC. Esta especialidade, define todos os parâmetros para os equipamentos que utiliza, mas cabe ao integrador fazer com que cada um destes pontos funcionem de acordo com os cenários definidos para cada divisão.

Numa solução base, para o AVAC, temos dois cenários simples, que designaremos como ocupado e desocupado. Podemos definir cada um de acordo com os parâmetros definidos acima.

Ocupado

A máquina de AVAC é ligada com os parâmetros definidos durante a fase de instalação.

Desocupado

A máquina de AVAC é desligada.

Esta é uma abordagem muito simplificada. Para estes cenários os protocolos que podemos utilizar passam por todos os que possam actuar directamente com o ligar e desligar de cada máquina presente na divisão, ou seja, qualquer protocolo que consiga cortar e reestabelecer a alimentação à máquina funcionaria.

Esta abordagem não é a melhor, mas garante o controlo mínimo da instalação. Se quisermos optar por uma solução mais complexa, poderíamos utilizar um emissor de infravermelhos e actuar como o comando da máquina de AVAC. Neste caso uma série de outros parâmetros ficariam disponíveis:

- data e hora;
- velocidade de ventoinha;
- direcção das lamelas;
- temperatura *setpoint*;
- padrão de conforto;
- taxa de renovação de ar;
- modo de limpeza;
- modo frio ou quente;
- detecção de presença;

Estes são apenas alguns dos parâmetros mais comuns, existem muitos mais que variam de acordo com o tipo, modelo ou marca a utilizar.

Ao considerarmos mais parâmetros, os cenários possíveis alteram-se. Nas instalações actuais, os cenários mais comuns são os de conforto, pré-conforto, economia e protecção. Dependendo da marca ou país em que estamos a efectuar a integração os nomes dos cenários podem mudar, mas as funcionalidades são semelhantes.

Conforto

Ao seleccionar este cenário a temperatura da divisão é ajustada para um *setpoint* pré-definido, a velocidade de ventilação é diminuída para reduzir o ruído, a direcção das lamelas evita apontar para as zonas ocupadas.

Pré-conforto

A temperatura a atingir está dois graus abaixo do *setpoint* quando a máquina trabalha em modo de aquecimento e dois graus acima para o modo frio. A ventilação é levada ao máximo e a direcção das lamelas optimiza a distribuição do fluxo de ar em toda a divisão. A renovação de ar é acelerada para colocar os níveis de CO₂ nos valores mais baixos possíveis.

Economia

Este modo reduz o funcionamento da máquina ao mínimo, não efectuando renovações de ar.

Protecção

Neste cenário é permitido à máquina fazer os ciclos de limpeza em conjunto com a renovação do ar.

Para controlarmos todos estes parâmetros, necessitamos de protocolos com maior capacidade de transmissão de informação, para além do ligar e desligar binário. Nestes casos as marcas

disponibilizam algumas entradas binárias para podermos forçar alguns sinais. Assim, qualquer protocolo com actuadores binários serve, mas para a maioria das marcas existem interfaces diretos ao controlador ou para infravermelhos que podem ser configurados. Para os dois últimos casos, os protocolos mais comuns são o LON, KNX e Modbus. Mais uma vez o processo de decisão depende da possibilidade de integrar ou não mais um protocolo e se não existe um que já domine a instalação. O factor custo neste caso pode ser fundamental, já que existem interfaces com muito baixo custo para um dado protocolo e máquina e noutro equipamento o sistema mais económico ser com outro protocolo.

5.1.3 Gestão de energia

A preocupação com os custos energéticos das moradias é uma realidade actual e os sistemas domóticos apresentam-se como uma solução para este problema.

Quando pretendemos reduzir os custos com a energia, quer seja eléctrica, gás ou de outra proveniência, necessitamos primeiro medir aquilo que consumimos para podermos otimizar este consumo.

Se nos focarmos na medição dos consumos existentes na moradia, podemos distinguir duas situações, a primeira é relativa à aquisição directa do factor energético, a segunda são os consumidores existentes na moradia.

Para medição da energia à entrada é possível a instalação de contadores com saída para o bus e assim temos em tempo real as leituras de consumos. Podemos fazer estas leituras facilmente para a electricidade, gás e água. Se, por exemplo, tivermos uma caldeira a lenha, podemos também somar este valor e obtemos o nosso custo global.

Já para cada um dos equipamentos consumidores, torna-se dispendioso fazer leitura de consumos a cada um deles. Para resolver esta situação podemos verificar o seu consumo médio e, através dos protocolos que ativam os equipamentos, obter o número de horas de funcionamento e no sistema de controlo efectuar o cálculo do consumo.

Existem vários protocolos para fazer as leituras de consumos, mas o M-Bus foi desenvolvido de raiz para esta finalidade. Assim, quando pretendemos uma leitura simples, este é o protocolo a adoptar. Já no caso em que as moradias utilizam Modbus para controlar o AVAC, este será o protocolo a utilizar, reduzindo a necessidade de introduzir mais uma interface na solução domótica, e não onerando a instalação.

Para os equipamentos consumidores, se forem controlados por KNX podemos sempre fazer os cálculos do consumo em horas, mas alguns equipamentos já dispõem de contadores internos e, deste modo, podemos obter o valor exato do consumo.

No caso do protocolo DALI, é disponibilizado directamente o consumo de cada balastro e apenas é necessário somar os consumos.

Para o Modbus, nem todos os equipamentos dispõem de contadores internos, mas podemos calcular o consumo total do mesmo modo que fazemos com o KNX.

Na questão energética é importante englobar as componentes provenientes das energias renováveis e da produção de águas quentes sanitárias (AQS). Nestes casos devemos proceder do



Figura 5.1: Comandos Philips Pronto (esquerda) e NEVO SL (direita).

mesmo modo descrito acima, já que o comportamento de cada um dos equipamentos é semelhante aos restantes sistemas.

Quando temos os consumos em tempo real, é possível fazer uma gestão energética mais eficaz, recorrendo por exemplo ao deslastre de cargas ou ao controlo horário dos equipamentos.

Deslastre Nesta situação o sistema analisa os consumos dos equipamentos directamente (utilizando Modbus, Mbus, DALI) ou efectua o cálculo (LON, KNX) para em caso de ultrapassar determinado limite de potência, definido pelo utilizador ou integrados, desligar ou reduzir o consumo dos equipamentos não prioritários.

Controlo horário Analisando a iluminação exterior, é facilmente compreensível que não é necessário que se active a iluminação durante o dia, assim pode ser definido um horário para o qual a sua activação não é permitida, reduzindo assim os gastos energéticos por uma actuação indevida.

5.1.4 Multimédia

O controlo dos sistemas multimédia já está presente em muitas moradias.

Através do *smartphone* é possível comandar a TV e a *box* e por vezes existem também colunas *Bluetooth* ou *Wi-Fi* na moradia. A evolução normal é integrar estes sistemas distintos com um conjunto de funções e cenários que permitam simplificar estas operações.

Dois sistemas foram pioneiros nesta integração: os comandos Nevo SL e o Philips Pronto (ver a Figura 5.1, retirada de [31, 32]) que começaram por trazer para as moradias alguma integração. Hoje temos todos os operadores em Portugal a disponibilizar aplicações para efectuar o que à quinze anos era privilégio de alguns.

São possíveis níveis de integração mais evoluídos. Os protocolos DMX e Control4 são os mais presentes quando se pretende comandar todos os equipamentos multimédia.

Nestes casos são controlados os equipamentos de projecção, telas, cortinas, iluminação de conforto, cadeirões e todos os demais equipamentos que possam ser necessários para proporcionar uma experiência multimédia de referência.

Instalações com este tipo de sistemas existem em Portugal e de acordo com a Genesis [4] no ano de 2016 foram finalizadas oito instalações e este ano estão previstas doze. De salientar que a componente multimédia mais económica desta marca está na ordem do cento e sessenta mil euros.

5.1.5 Outros

Para além dos grupos referidos acima, é possível integrar muitos outros sistemas presentes nas moradias

Vídeo porteiro

Praticamente todas as moradias têm um sistema de vídeo porteiro ou uma simples campainha, estes sistemas podem ser integrados no dispositivos móveis ou em painéis dedicados. A integração total por vezes não é possível, mas consegue-se sempre obter o botão de chamada e actuar sobre um trinco eléctrico.

Vídeo vigilância

Quando se adquirem sistemas de visualização, a integração de vídeo IP é uma característica básica. Poder aceder às imagens de vídeo vigilância através da TV ou do *smartphone* é uma funcionalidade que deve estar sempre presente.

Piscina

Normalmente as piscinas têm o seu sistema fechado de controlo, mas é sempre possível receber informação de estado do quadro eléctrico deste sistema e forçar algumas actuações. Uma das ligações possíveis é desligar a recirculação de água quando o limite de potência da moradia está perto de ser alcançado.

Sistema de rega

Tal como a piscina o sistema de rega normalmente é proprietário. Neste caso, as funções mais comuns serão forçar o ligar ou desligar o sistema, caso chova ou haja presença na zona de rega.

Recirculação de águas quentes sanitárias

Algumas moradias dispõem de recirculação para as AQS, este sistema consome constantemente energia, mas se for possível obter informação de quando se vai utilizar a recirculação, é possível manter a bomba de recirculação desligada ao maior parte do dia. Um modo de efectuar esta detecção passa por colocação de detectores de presença na cozinha e wc's.

Controlo de Wi-Fi

Os pontos de acesso *Wi-Fi* estão ligados todo o dia, se for possível antecipar a sua utilização, estes equipamentos podem ser desligados fora deste período e reduzir assim o consumo energético.

5.2 Cenários

Quando se pretende tirar o máximo partido dos protocolos já instalados na moradia, há que repensar a moradia como um todo e deixar cair a ideia convencional de que um interruptor comanda um ponto de iluminação apenas.

No caso da domótica, quando se fala em cenários pode-se englobar grupos de actuação distintos e quando se entra numa divisão, em vez de acender um ponto de luz, há a possibilidade de seleccionar o que se irá fazer a esta mesma divisão e assim activar distintos pontos de actuação.

5.2.1 Cenários gerais

Cenários gerais, são todos aqueles cenários que podem ser evocados em mais do que uma divisão.

Sair de casa

Este cenário actua sobre todos os grupos da moradia. Pode ser definido como apagar toda a iluminação, renovar o ar interior sem condicionar a temperatura, desligar todos os equipamentos multimédia, fechar os estores e ligar o alarme. Tipicamente este cenário é activado através de uma tecla junto às portas de acesso da moradia e por um ícone nos *smartphones*.

Com a confirmação de saída do último utilizador, é activado o cenário de simulação de presença.

Neste caso é possível compreender a necessidade de actuar de um só ponto sobre todos os protocolos.

Utilizando este cenário como ponto de partida, é possível definir outros cenários semelhantes que apenas excluem pontos utilizados por este mais geral. Se a moradia tiver dois pisos, é possível actuar para cada um deles como se de uma só moradia se tratasse.

Pânico

O utilizador pressiona uma tecla durante um mais segundos, ou activa o cenário por um dispositivo de controlo. A iluminação de exterior é acesa na totalidade, os estores são abertos, os caminhos de saída da moradia são iluminados, o alarme de intrusão entra em modo pânico emitindo um alarme para a central sem despoletar a sirene.

Segurança

A iluminação exterior e interior conjugam-se de modo a espelhar os vidros das caixilharias limite da moradia, os estores sobem para facilitar a visão para os jardins.

Presença numa divisão

Quando o detector de presença indica que a divisão está ocupada, bloqueia os comandos gerais dados a partir das outras divisões, regula a iluminação de acordo de modo a manter sempre o mesmo nível de iluminância, mantém a climatização num nível de conforto.

Ausência de presença numa divisão

Se não for detectada presença numa divisão, a iluminação apaga, a climatização passa para o modo economia, os equipamentos multimédia são desligados.

Festa

No cenário festa, alguns sensores são desativados para não permitir aos visitantes apagarem iluminação de zonas críticas e não ser possível actuar sobre a climatização. As zonas de passagem desde a entrada até à divisão principal são iluminadas, o sistema multimédia activa o som ambiente para as zonas sociais da moradia, seleccionando a música de acordo com a hora do dia e tema da festa, podendo estes parâmetros ser actualizados pelo utilizador final.

Simulação de presença

Sempre que o alarme é ligado para toda a moradia, as actuações dos sensores nos últimos dias são replicadas, aparentando a partir do exterior que a moradia está ocupada.

5.2.2 Cenários específicos de divisão

Ver TV

Para este cenário os estores e iluminação são colocados em níveis que impedem que se façam reflexos no ecrãs ou telas. Por vezes são criados cenários específicos para as telenovelas e canais noticiosos em que a amplificação das frequências na gama de voz é aumentada, ou cenários de cinema que variam de acordo com o tipo de filme a visualizar (ver Figura 5.2, retirada de [33]).

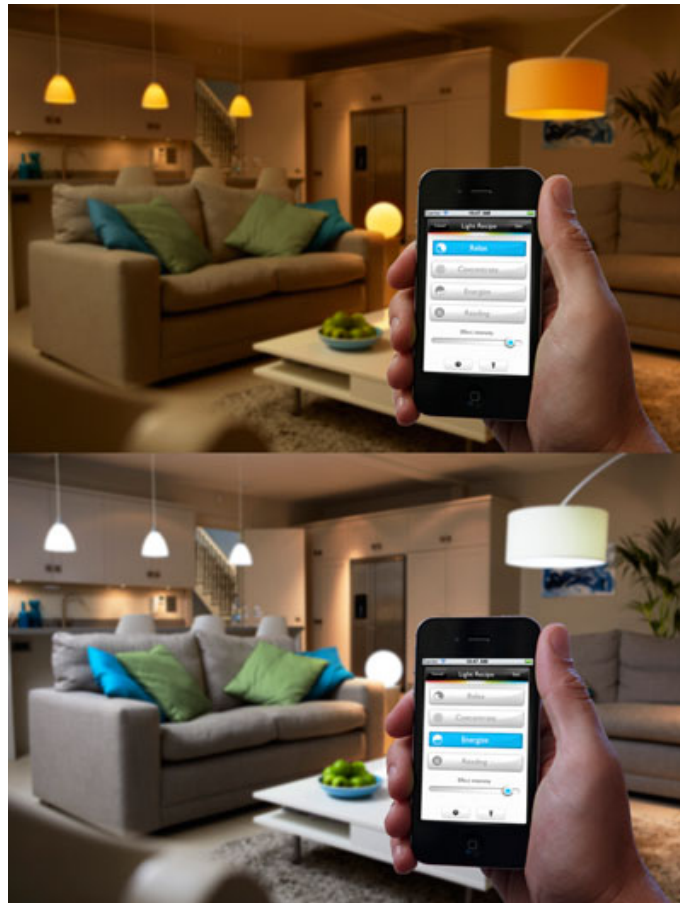


Figura 5.2: Diferentes cenários para o mesmo espaço.

Estar

Neste tipo de cenário é activada a luz ambiente, os estores sobem para permitir observar o exterior e seleccionado um canal rádio ou *streaming* para o som ambiente.

Jantar

O cenário de jantar pode privilegiar a iluminação sobre o local de refeição e criar uma iluminação ténue em redor, o som ambiente pode também entrar em funcionamento.

Normalmente são definidos mais do que um cenário de jantar, os requisitos dos utilizadores neste caso são muito variados.

Deitar

Ao activar este cenário, todos os sistemas da moradia nas zonas sociais passam para o modo economia, o alarme é activo para estas mesmas zonas, a climatização das zona privada passa a fazer apenas renovação de ar.

Despertar

Normalmente com este cenário são abertos os estores das zonas sociais e abertos parcialmente o das zonas privativas. O sistema de aquecimento e recirculação de água é colocado em funcionamento. O modo como se actua sobre os sistemas multimédia é muito variado e normalmente é definido pelo utilizador.

WC

Nos WCs podem ser definidos vários cenários dependendo do tipo de utilização que se vai realizar.

É possível ter um cenário para o duche, em que a iluminação está num nível mais elevado e a recirculação do ar é aumentada para evitar as condensações, ou um para um banho de banheira em que é activada a música ambiente e a iluminação tem uma cor mais quente, também podem ser definidos cenários para fazer a barba, ou outros de acordo com os parâmetros pedidos pelo utilizador.

WC serviço

Este WC normalmente é uma versão simplificado do cenário anterior, em que se substitui o sensor tipo interruptor, por um sensor de presença, que irá actuar a iluminação quando necessário e ao finalizar a detecção forçar a renovação do ar.

Pequeno almoço

Com a detecção de movimento na cozinha no horário típico do pequeno almoço, a iluminação é regulada para um nível de mínimo de conforto, aumentando gradualmente o nível para o valor máximo, esta função depende do gosto individual de cada utilizador e deve ser possível efectuar alterações. O som ambiente é também ligado, num canal rádio de notícias ou numa música também de acordo com o perfil do utilizador. A água para o café e os electrodomésticos podem também ser ligados para reduzir o tempo de operação.

5.3 Integração de nível elevado

Em algumas moradias é possível utilizar um conjunto mais alargado de tecnologias. Nestes casos o integrador tem acesso a um maior leque de informação, disponibilizada pelo cliente, e é-lhe possibilitada a inclusão dos parâmetros de localização e utilização do espaço.

5.3.1 Localização

Quando a moradia tem um nível de integração elevado, podemos entrar na esfera de parametrização específica a cada utilizador. Se considerarmos que o utilizador tem na sua posse um telemóvel, uma série de novos cenários podem ser considerados, utilizando a capacidade do equipamento móvel de que dispõe e utilizando uma rede sem fios.

Sair de casa de automóvel

Ao sair da moradia e no interior do automóvel, ao aproximar do portão surge um *popup* no *smartphone* a questionar se a moradia ficou vazia e em caso de resposta afirmativa, a iluminação de toda a moradia passa a modo de segurança, a climatização força uma renovação do ar interior e passa a modo poupança, o alarme de intrusão é ligado, bem como o sistema de rega.

Chegar a casa de automóvel

No final do dia de trabalho o utilizador aproxima-se da moradia no seu automóvel, o portão eléctrico abre, caso esteja escuro a iluminação do jardim acende e passado alguns instantes a iluminação da ligação entre a garagem e a moradia também acende. O alarme de intrusão é desligado e com o fecho do portão o circuito de circulação de água quente entra em funcionamento, fazendo com que o termo-acumulador passe para o modo disponível. Entretanto a climatização alterou o estado para o modo conforto.

Ao sair da moradia e no interior do automóvel, ao aproximar do portão surge um *popup* no *smartphone* a questionar se a moradia ficou vazia e em caso de resposta afirmativa, a iluminação de toda a moradia passa a modo de segurança, a climatização força uma renovação do ar interior e passa a modo poupança, o alarme de intrusão é ligado, bem como o sistema de rega.

Os dois cenários acima podem funcionar na ausência do *smartphone*, para isto o automóvel deverá permitir o acesso à informação de sinal de *Global Positioning System* (GPS) e ter a possibilidade de integrar aplicações externas no seu sistema multimédia.

Presença no jardim

Ao permanecer no jardim, a aplicação do *smartphone* inibe o funcionamento do sistema de rega, a iluminação acende de forma automática no final do dia. Caso haja movimento na água da piscina, não é despoletado o alarme de queda à água de imediato, mas os avisos surgem em diferentes níveis até serem inativados. A filtragem de água da piscina é ligada, mas o tratamento da água é suspenso.

Para além do GPS, também é possível definir a localização através do *Wi-Fi*. Se esta tecnologia estiver disponível na moradia, os cenários de utilização mais comuns podem ser activados de um modo automático. Se a detecção de presença também estiver presente, o modo de actuar pode ainda ser mais preciso, sendo possível definir que duas pessoas na mesa de jantar necessitam de iluminação para comer, por exemplo.

5.3.2 Aprendizagem

Num cenário de integração com aprendizagem, a monitorização de acções dos utilizadores pode permitir uma maior automatização da moradia. Consideremos o despertar do utilizador do seguinte modo: à hora do costume a iluminação da circuito entre o quarto e a cozinha acende, a máquina do café começa a aquecer a água, o toalheiro do WC é ligado permitindo que a toalha esteja à temperatura ideal quando for utilizada, os estores da moradia estão numa posição tal que permitem ao utilizador circular pela moradia com a luz natural, mas garantindo a privacidade.

À noite ao acender a luz do quarto depois do circuito habitual, é activado o cenário “Deitar”, no qual a climatização passa para o modo noite, a iluminação geral é desligada, o alarme de intrusão

é activo nas zonas sociais e as máquinas entram em funcionamento para utilizarem os tarifários mais económicos sem sujeitar o utilizador ao seu ruído.

Estes últimos cenários não utilizam protocolos distintos dos anteriores, no entanto as suas funcionalidades apenas são possíveis se todas as funções disponibilizadas tiverem a capacidade de comunicar entre si. Neste patamar de integração é necessária a utilização de *gateways* entre os diferentes protocolos ou com o sistema de supervisão permanente. Atualmente é mais comum utilizarem-se as *gateways* para não obrigar à existência de um sistema mais oneroso como a supervisão. Com a disponibilização e redução de custo dos *webservers*, cada vez mais moradias utilizam a supervisão.

Para além da simples monitorização de padrões de circulação, pode ser realizado um registo de todas as acções despoletadas pelos utilizadores e pela própria automatização da moradia. Com esta informação pode ser criado um conjunto de novos cenários que permitem que moradia seja adaptativa e que acompanhe a evolução dos moradores, como é o caso do envelhecimento e consequente redução de visão, aumentando o nível de iluminação. Muitos outros cenários podem ser considerados, será apenas necessário definir como serão efetuadas as medições necessárias e como podem ser implementadas.

5.3.3 Realidade aumentada

Quando é possível utilizar a voz e imagem para enviar comandos para a moradia estamos perante uma instalação com realidade aumentada.

O reconhecimento de voz, principalmente pelos sistemas Siri e Alexa, já são utilizados em algumas moradias. Esta evolução permite que as funcionalidades que alguns utilizadores estavam habituados a dispor apenas nos seus automóveis e em elevadores de alguns hotéis, passem a estar disponíveis nas suas habitações.

Para os cenários controlados por interruptores ou comando, a aplicação desta tecnologia é directa. A configuração destes comandos passa apenas por ser atribuído um nome que será invocado para o activar.

A grande revolução da sua aplicação é permitir questionar o sistema como um todo. Esta função apenas era disponibilizada nos sistemas de visualização até à pouco tempo atrás.

Se utilizarmos o reconhecimento de imagem, alargamos ainda mais o controlo. Considere um utilizador numa cadeira de rodas, que através de uma câmara aponta na direcção de um candeeiro e comuta o estado da iluminação. Estes tipo de cenários são estudados normalmente por técnicos relacionados com residências assistidas, mas cada vez mais, com o envelhecimento da população, são pontos a considerar para as moradias.

5.4 Prevalência de protocolos

Actualmente a combinação entre os protocolos KNX e DALI, é a mais frequente. O protocolo DALI complementa as instalações KNX na diz respeito à iluminação, sendo utilizado principalmente para o controlo de luminárias LED e pontos de iluminação variável.

Smart Homes / Light Commercial Market Worldwide Report

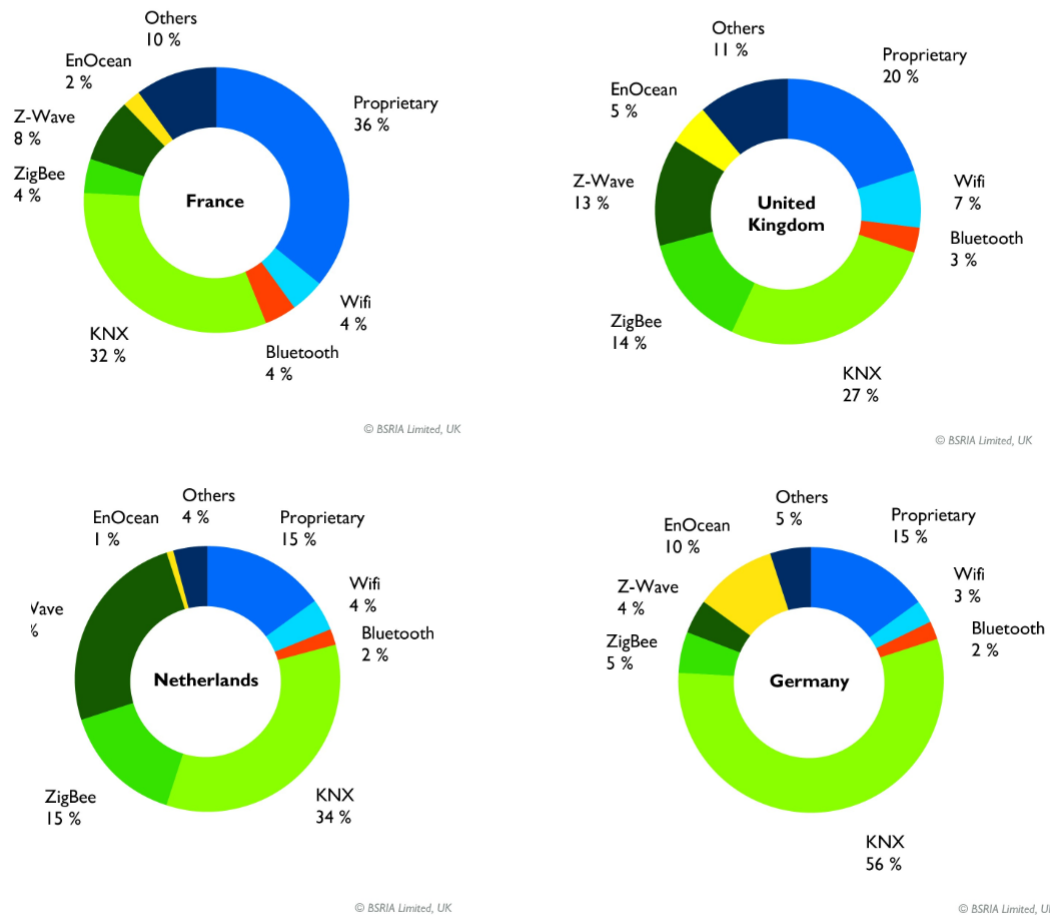


Figura 5.3: Estudo BSRIA em protocolos de comunicação.

Quando interligamos os sistemas de climatização, KNX e Modbus são os mais utilizados, no entanto o protocolo LON é muito eficiente neste ponto e no mercado norte americano é o mais comum.

Para as remodelações e zonas com dificuldade de passagem de cabos, os protocolos sem fios são a solução mais indicada. As soluções EnOcean, Zigbee e Z-Wave são as que melhores garantias dão.

Nos restantes sistemas não há uma tendência definida. Muitas vezes são utilizados protocolos proprietários e depois convertidos os sinais principais para o protocolo dominante na moradia.

Os estudos existentes disponibilizam apenas quais os protocolos utilizados, não os relacionando entre si. Num recente estudo realizado pela *Building Services Research and Information Association* (BSRIA), podemos ver a utilização actual dos protocolos de comunicação para a Europa na Figura 5.3, adaptada de [34].

De acordo com este estudo, os protocolos dominantes são o KNX e os proprietários. O estudo indica também uma previsão de crescimento na ordem dos 20% para as novas instalações com domótica [34].

Os resultados do estudo validam em parte a opção por utilizar o KNX como protocolo aglomerador das restantes tecnologias nas moradias. No entanto, a utilização de protocolos proprietários pode ser considerada como vantajosa em alguns campos.

5.5 Conclusões

Cada protocolo tem vantagens e desvantagens, dependendo dos requisitos que se pretendem cumprir. Ao utilizar vários, é possível optar pelo mais vantajoso para um grupo de atuação e para outro grupo, optar por um protocolo distinto. É mesmo possível para um mesmo grupo, utilizar protocolos diferentes, tudo depende do objectivo a cumprir.

Por cada protocolo extra que se introduz na moradia, maior é o número de interfaces que se tornam disponíveis. Esta condição possibilita a expansão dos sistemas de controlo das moradias, isto é, ao adicionar um protocolo, dispõe-se de mais interfaces para dispositivos que até então não poderiam ser controlados. Esta é a maior vantagem dos ambientes multiprotocolo.

Capítulo 6

Conclusões e trabalho futuro

O número de instalações domóticas multiprotocolo está continuamente a aumentar e apresentam-se por diversas vezes como a solução mais adequada. Os sistemas de visualização e controlo acompanham esta tendência, mas o seu estado de evolução não está no mesmo estágio dos protocolos.

Toda esta tecnologia requer um esforço significativo para evoluir e atingir o máximo das suas potencialidades. Muito trabalho há ainda por realizar.

6.1 Resumo

Ao construir ou remodelar uma moradia é possível considerar a instalação de um sistema domótico. Ao optar pela domótica, a diversidade de protocolos, marcas e níveis de integração permitem ao utilizador final ter uma instalação personalizada e adequada aos seus requisitos, obtendo assim uma relação custo benefício otimizada.

A realidade portuguesa não é assim tão linear. O cliente final nem sempre é informado das soluções mais adequadas. A integração domótica deveria surgir logo na fase de projeto arquitetónico, ao mesmo tempo que as restantes especialidades. O contacto com as diferentes tecnologias não é promovido de forma integrada, são normalmente as marcas ou as organizações proprietárias dos protocolos que divulgam a informação, apresentando sempre a sua solução e não uma integração. Nestes casos o interesse comercial sobrepõe-se ao interesse do utilizador final.

A existência de integradores permite aglomerar as diferentes marcas e protocolos, garantindo assim que o utilizador final tenha um produto desenvolvido à sua medida e possibilitando um crescimento futuro da instalação independente do fabricante. Numa situação ideal até seria independente do protocolo.

Ao contrário do que seria de esperar, a existência desta quantidade de protocolos e sistemas de controlo e visualização, com todas as suas vantagens e desvantagens, não dificulta a evolução dos sistemas. Esta variedade potencia o melhor de cada protocolo, criando cada vez uma maior especialização e aumentando as capacidades das moradias.

A opção por protocolos proprietários também é válida, já que cada vez mais estes protocolos disponibilizam *gateways* para outros protocolos e, por vezes, são mais económicos. Para muitos fabricantes, o protocolo proprietário pretende alcançar uma gama de entrada.

A utilização dos sistemas multiprotocolo é uma realidade e cabe a cada um dos intervenientes no processo de decisão, manter-se actualizado para que os edifícios evoluam e sejam cada vez mais ajustados aos requisitos do utilizador final.

Com o tempo, o mercado atingirá um estado mais consolidado que comportará uma redução do custo dos equipamentos. Este patamar será atingido graças à maior divulgação da informação e uma maior exigência do consumidor final, o que provocará o desaparecimento dos produtos obsoletos e com menor capacidade evolutiva. Neste momento, os fabricantes apostam muito no desenvolvimento de novas soluções. O modo como o consumidor valorizará esta tecnologia, irá condicionar a sua expansão.

6.2 Trabalho futuro

Este trabalho pode ser continuado em várias vertentes. Envolvendo os domínios da engenharia e da psicologia, podemos estudar diferentes aplicações dos sistemas de controlo e visualização. Apresento abaixo alguns campos que podem ser analisados.

A possibilidade de recolher os dados relativos à utilização da moradia, utilizando as interações do utilizador com o espaço, quer seja ao pressionar um botão, ser detectado numa divisão ou alterar um *setpoint*, permite definir padrões de utilização. Este tema foi abordado no capítulo 4, mas com um estudo aprofundado poderemos otimizar a automatização da moradia.

Ainda no campo da utilização dos espaços, se estudarmos o comportamento humano em cada divisão, e no total da moradia, a escolha do sensor adequado e a sua localização pode ser optimizada.

A realidade aumentada está cada vez mais presente e se for estudado este tema numa perspectiva de apoio a pessoas com necessidades especiais, as potencialidades das moradias com sistemas domóticos podem ser exponenciadas.

Se nos focarmos nos sistemas energéticos, é possível, com a informação disponibilizada pela moradia, aprofundar o domínio de conhecimento das *smart cities*. As moradias referidas poderão ser utilizadas como lastro para a rede, adaptando o seu consumo ou armazenamento de acordo com as necessidades gerais do meio envolvente.

Num conceito mais abstrato pode colocar-se a questão: Será que estas soluções limitarão a nossa existência ou, pelo contrário, facilitam? A resposta pode ser estudada. Principalmente entre os integradores de domótica o poder de decisão que é retirado ao ser humano e passado para processos automatizados, cria a necessidade de dispor de espaços com o mínimo de tecnologia.

Referências

- [1] EOP/Powerline/PowerLAN - the dangerous power point internet > GE-OVITAL Academy - Academy for Radiation Protection and Environmental Medicine, 2017. URL: <https://en.geovital.com/ethernet-over-power-line-eop-powerline-powerlan-and-health-effects/>.
- [2] Maison domotique knx, 2017. URL: <http://www.hager.fr/particuliers/solutions-hager/domotique-maison/563.htm>.
- [3] SIMATIC Controller - PLCs - Siemens. URL: <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/pages/default.aspx>.
- [4] Genesis Technologies - Home, 2017. URL: <http://www.genesis-tech.eu/>.
- [5] How X10 Works, 2017. URL: <http://www.smarthomeusa.com/how-x10-works/{#}theory>.
- [6] KNX Association - KNX Association [Official website], 2017. URL: <https://www.knx.org/knx-en/index.php>.
- [7] KNX. The worldwide STANDARD for home and building control. *KNX Flyer*, 2015.
- [8] Dali. Digital Addressable Lighting Interface. páginas 1–62, 2001. URL: <http://www.dali-ag.org>.
- [9] DALI - Digital Addressable Lighting Interface, 2017. URL: <http://www.dali-ag.org/>.
- [10] The Self-powered Wireless Standard for Smart Buildings - EnOcean Alliance. URL: <https://www.enocean-alliance.org/>.
- [11] ASHRAE. BACnet Website, 2014. URL: <http://www.bacnet.org/>.
- [12] SMI. SMI-Manual. 2015.
- [13] Standard Motor Interface | Sonnenschutz, Antriebe,, 2017. URL: <http://standard-motor-interface.com/?lang=en>.
- [14] About Z-Wave Technology - Z-Wave Alliance, 2017. URL: http://z-wavealliance.org/about{__}z-wave{__}technology/.
- [15] Modbus-IDA. MODBUS Application Protocol Specification v1.1b3. 1-50:1–50, 2012. URL: [Modbus-IDA](#).

- [16] M-Bus Usergroup. The M-Bus: A Documentation. páginas 1–88, 1997. URL: <http://www.m-bus.com/files/MBDOC48.PDF>.
- [17] M-Bus, 2017. URL: <http://www.m-bus.com/>.
- [18] Lutron. DMX-512 Fundamentals. 2010. URL: <file:///O:/FTNK/Public/RESOURCE-EDI/Projects/LEDDTU/Maumita/Thesis/Reference/basicknowledge/DMXwebinar{ }7-29-2010.pdf>.
- [19] zigbee alliance. URL: <http://www.zigbee.org/>.
- [20] LonMark International, 2017. URL: <http://www.lonmark.org/>.
- [21] CAME | Home & Building Automation. URL: <http://www.came.com/global/>.
- [22] DELTA DORE | Fabricant en gestion de l'énergie et contrôle du bâtiment - Delta Dore, 2017. URL: <http://www.deltadore.com/>.
- [23] Free at home | ABB. URL: <http://new.abb.com/low-voltage/launches/free-at-home>.
- [24] EIBPORT V3 - BAB TECHNOLOGIE. URL: <http://bab-tec.de/index.php/eibport{ }v3{ }en.html>.
- [25] Gira HomeServer. URL: <http://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib{ }system/knx-produkte/server/homeserver.html>.
- [26] DIVUS. Show it. Control it. - DIVUS Building Automation, 2017. URL: <http://www.divus.eu/>.
- [27] Calimero / Wiki / Documentation. URL: <https://sourceforge.net/p/calimero/wiki/Documentation/>.
- [28] openHAB. URL: <https://www.openhab.org/>.
- [29] visiomatic international - Specialist for media-control and home-technology, 2017. URL: <http://www.visiomatic-international.com/>.
- [30] Victor P Hamilton. *The book of Genesis: chapters 1–17*. 1990.
- [31] Philips - United States. URL: <http://www.usa.philips.com/>.
- [32] Nevo - New Evolution in Home Control. URL: <https://mynevo.com/>.
- [33] Meet hue | pt-BR. URL: <http://www2.meethue.com/pt-br/>.
- [34] BSRIA. KNX es el protocolo de comunicación líder en el mercado europeo y chino de viviendas inteligentes y pequeños edificios comerciales. Relatório técnico, 2017.